Velociraptors

no todas las aves vuelan

$\exists x(Ax \wedge \neg Vx)$

CASA EDITORIAL NEPTUNO

AÑO III - VOLUMEN V

HECHO EN ARGENTINA

ISSN 2250-7655

9 772250 765008 >

ARG. $35

ilustraciones: marcelo yañes

editorial

Desde hace 70 años vivimos en la era que inauguró uno de los avances científico-tecnológicos con más impacto sobre la historia de la humanidad: la energía nuclear.

Se la usa principalmente con dos finalidades: producir nucleoelectricidad y producir armamento. Ambas dependen del mismo proceso, es decir, la liberación de energía durante la fusión y la fisión nuclear. Actualmente un 15% de la electricidad que se produce en el mundo es de orgen nuclear. Y también descansamos sobre 20.000 cabezas de armamento de este tipo. Queríamos hablar de esto.

Por otro lado, si nos tomamos en serio el impacto de las emisiones de carbono en un contexto mundial donde la demanda de electricidad crece a pasos agigantados, la nucloelectricidad presenta una ventaja crucial: su mínima emisión de gases invernadero a la atmósfera.

Sin embargo, los accidentes de Three Mile Island, Chernóbil y Fukushima se han convertido en el gran obstáculo de la energía nuclear frente a la opinión pública. Radiación. Nadie sabe bien qué es. Pero desde entonces, el miedo azuzado por los ambientalistas la convirtió en un monje negro del desarrollo.

¿Pero esto es así? Desde *Velociraptors* consideramos que no sólo esto no es completamente cierto, sino que la energía nuclear tiene la clave para un mundo que cada vez necesita más electricidad.

Por otro lado, el caso nuclear en Argentina tiene todos los condimentos necesarios para ganarse un número propio en esta revista: su aparición mítica en el peronismo, proyecto fallido -y fundador de teorías conspirativas-, retomado por gobiernos civiles y militares por igual, llevado adelante con éxito en los 70, destruido parcialmente en los 90 y nuevamente surgido de las cenizas cual fénix durante el kirchnerismo con el plan de reactivación nuclear.

Lo interesante es que el desarrollo de lo nuclear en la Argentina escapa a cualquier concepción simple y/o binaria de la historia. No se trata ni de peronistas ni de gorilas, ya que gobiernos peronistas y anti-peronistas abogaron por el desarrollo de la materia de igual forma. Es el caso de Perón y el caso de Frondizi. No se trata de neoliberales versus estado de bienestar. Tanto los milicos del 76, padres del neoliberalismo, impulsaron el proyecto nuclear de la misma forma que los Kirchner, por ejemplo.

Cabe mencionar la fundación de la empresa INVAP en el año 76 a través de un convenio entre la provincia de Río Negro y la CNEA. Esta empresa exportó a Argelia, Egipto, Australia y Perú reactores de diseño argentino. Es parte fundamental también del proyecto CAREM, un reactor experimental de 25 MW potencia de diseño completamente argentino que este año se empieza a construir por primera vez en el país.

El desarrollo nuclear en la Argentina responde a una necesidad mucho más compleja, que es la de la generación de energía y el desarrollo de una industria industrializante. Esto no se podría dar sin una cantidad de recursos científicos y técnicos entrenados en el país. En la industria nuclear se ve muy clara -y tal vez más claramente que en otras industrias- el nexo entre ciencia y tecnología (lo mismo con la industria aeroespacial). El vínculo entre ciencia básica y ciencia aplicada.

Por eso, lejos de las divisiones infructuosas del binarismo político o los eco-fundamentalistas, decidimos analizar los alcances y las implicancias del desarrollo nuclear en el contexto mundial actual, convencidos de que dentro de sí hay un modelo a replicar, tanto por la industria como por las agencias científicas del país para contribuir definitivamente a la grandeza de la patria y a la felicidad de la nación.

elenco

Revista Velociraptors, no todas las aves vuelan.
Año 3. Volumen 5. Casa Editorial Neptuno
Bmé. Mitre 2815, 2° piso, oficina 202, CP 1201, CABA, Argentina.
www.velociraptors.com.ar - Twitter: @rvelociraptors - Facebook: /RevistaVelociraptors

Editores Propietarios: Clara Ruocco, Juan F. Ruocco.

Director General: Juan F. Ruocco.
juanorex@velociraptors.com.ar

Editora Responsable: Clara Ruocco.
clarillosaurus@velociraptors.com.ar

Redacción: Laura Monnanni, Silvia Quiñoa.

Correción de Estilo: Victoria Ventura.

Diseño Gráfico y Artes Visuales: Guido Marino.

Ilustración de tapa: Franco Spagnolo.

Ilustraciones: Marcelo Yañes, Paula Álvarez.

Colaboran en este número: Jonah Schwartz, Juan M. Quirque, Abuela Marta, Bruno Somoza, Martín Rognoli, Martín Prestía, Marimar Bianco.

Legales: Maximiliano Fitolite, Mariano Riano.

Agradecimientos: Cedyat, Arecia, Martín Puma, Sofía Ruocco, Agustina Sojit.

Taller gráfico Impresor: COGTAL, Cooperativa Obrera Gráfica Talleres Argentinos Limitada.
Rivadavia 755, piso 3°, Oficina 15, Cuerpo 2. www. graficacogtal.com.ar

Esta revista se terminó de imprimir el 7 de Julio de 2014. Copyleft (C).
Junio / Julio 2014. Casa Editorial Neptuno. Copyleft: Esta obra es libre, puede redistribuirla o modificarla de acuerdo con los términos de la Licencia Arte Libre.

Todas las imágenes y marcas reproducidas en esta revista son copyright de sus respectivos autores o compañías y aparecen aquí sólo por motivos periodísticos.

índice

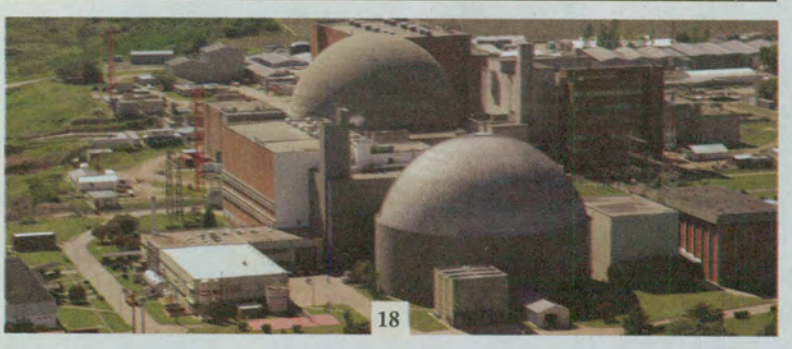
Desactivar el fin del Mundo

Accidentes en plantas nucleares: La excusa perfecta. 04

A darle átomos!

09 *Te explicamos los principios de la fisión y la fusión atómica.*

Atucha II terminó siendo un disparador tecnológico fenomenal



18

Guardianes Nucleares

32

Bajo el terror de monstruo

37

Festival Nacional del dato Atómico

Toda la historia atómica del país en una sola línea de tiempo. 42

Fuego Nuclear

48 *Todo lo que necesitás saber para empezar una guerra Termonuclear.*

Sub-Zexo

60

Dialogando con el archivo

65

Ginepedia: Bikini

72

Nuclear Wastoid

74

Incendio en la Central nuclear Fukushima I ocurrido el 11 de Marzo de 2011.

Desactivar el fin del mundo

por silvia quiñoa

Chernóbil, Fukushima y su relación con el discurso contra la producción de energía atómica.

La energía nuclear es, para la mayoría, un tema inabordable. Para el ciudadano medio que no eligió especializarse en el asunto (siquiera informarse) hablar de un reactor nuclear supone lo mismo que referirse al proceso de, no sé, mutación de células. Es decir, no tiene puta idea. Alguna vez lo escuchó pero no está ni por cerca capacitado para tomar una posición.

Sin embargo y a diferencia de la mutación celular, sobre energía atómica el ciudadano medio suele hablar. Y, usualmente, repetir lo que reproducen los medios de comunicación que a su vez reproducen el discurso antinuclear ambientalista, posiblemente porque es el que más vende. Vende el tono apocalíptico, la irreversibilidad, la amenaza constante. "La energía atómica es mala, sucia y mortal. Hay que desactivar las plantas antes de que sea demasiado tarde", dicen los ambientalistas. Y suena verosímil.

En la historia de la humanidad se han registrado dos accidentes nucleares de máximo nivel de gravedad (número 7) según la Escala Internacional de Eventos Nucleares (EIEV). El primero tuvo lugar en la central de Chernóbil (Ucrania, 1986) y, el segundo, en la de Fukushima (Japón, 2011). Éstos, además de haber sido grandes desastres medioambientales, han funcionado como el mejor argumento para aquellos que quieren detener la producción de energía atómica y alimentar el mito que sostiene que ésta es la más "sucia, cara, peligrosa" y –lo que es aún más grave- "innecesaria" para nuestra sociedad.

Propongo en este artículo desglosar algunas ideas para ahondar, aunque sea de manera primitiva, en la relación entre el discurso ambientalista antinuclear extendido e implantado en la sociedad y los *accidentes*.

Accidentes

Lo primero que hay que saber sobre los accidentes nucleares es que los más importantes de la historia ocurrieron en centrales naturalmente inseguras.

El caso de Chernóbil es, quizá, el más claro. Ucrania contaba con una central nuclear ubicada a algo más de 100 kilómetros de su capital, Kiev, compuesta de cuatro reactores. Éstos estaban destinados principalmente a la producción de plutonio para crear bombas nucleares y no a la obtención de energía. Antes de que sucediera el accidente, la idea era duplicar su número en los años posteriores. Al término de su construcción, la central no cumplía con los requisitos de seguridad que ya se exigían en Occidente, fundamentalmente, por carecer de un edificio de contención.

Una serie de errores humanos evitables sumado a la falta de esta barrera de hormigón y acero cuya finalidad es encerrar al reactor nuclear para contener los gases radiactivos que puedan desatarse tras un escape, constituyeron una combinación literalmente explosiva. De haber sido construido el edificio contenedor, la posibilidad de un escape masivo de radiación hubiera menguado considerablemente y, en consecuencia, los efectos causados en la población también hubieran sido mucho menores.

Curiosamente, lo mismo ocurrió en la central nuclear Fukushima Daiichi, una de las primeras construidas en Japón (inició su actividad en 1971). Si bien es muy fácil culpar de todo al terremoto y posterior tsunami que destrozaron gran parte del país, lo cierto es que la fuga de radiación al exterior ocurrida en esa central el 11 de marzo

de 2011 bien podría haber sido evitada (o, al menos, disminuida) de haberse construido un muro de contención acorde a las presunciones acerca de las inclemencias del clima en esa zona.

Tanto la Compañía Eléctrica de Tokio (TEPCO), empresa que administraba la central atómica, como la Autoridad Regulatoria Japonesa (NISA) subestimaron la posibilidad de que un tsunami de magnitud 9.0 en la Escala Richter pudiera ocurrir, por lo que jamás se adaptaron a los estándares internacionales de seguridad, como tampoco construyeron a mayor altura sistemas de generación eléctrica alternativa y de refrigeración de emergencia para garantizar su funcionamiento aun así se presentaran olas de hasta 40 metros (como finalmente sucedió).

La central contaba con un muro que podía contener tsunamis de hasta 3.1 metros de alto, casi diez metros menos de los que presentó el de aquel 11 de marzo.

Estas cuestiones dan cuenta de que los efectos que supusieron ambos accidentes fueron producto de irresponsables decisiones humanas que, de haber sido consideradas correctamente, hubieran colaborado favorablemente para contener la *radiación*.

Radiación

Otra cuestión que los accidentes nucleares dejaron instalada en la mente de todos fue el miedo a la radiación. El solo funcionamiento de una central nuclear supone para el ciudadano medio un temor permanente a ser alcanzado por gases radioactivos lo suficientemente nocivos para producirle cáncer, enfermedades respiratorias, mutaciones, entre otros terribles males. Así como también una contaminación del medioambiente completamente irreversible.

Ok, ¿cuánto hay de cierto hay ahí? Para poder contestar no hay más que mirar el último informe del Foro de las Naciones Unidas sobre el desastre de 1986 titulado "Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts" (La herencia de Chernóbil: repercusiones sanitarias, ambientales y socioeconómicas). Allí se evalúan los efectos producidos por el accidente en 20 años.

El informe fue respaldado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCAH-NU), el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y el Banco Mundial, así como por los Gobiernos de Belarús, Rusia y Ucrania, todos integrantes del Foro sobre Chernóbil.

Cuando se publicó (2005), el presidente del Foro sobre Chernóbil dijo lo siguiente: "Fue un accidente muy grave, con importantes consecuencias para la salud, especialmente para los miles de trabajadores que estuvieron expuestos en los primeros días a dosis muy altas de radiación, y los otros miles de personas que contrajeron un cáncer de tiroides[1]. En general, sin embargo, no hemos encontrado efectos negativos profundos en la salud del resto de la población de las zonas circundantes, ni tampoco una contaminación generalizada que siga suponiendo una amenaza sustancial para la vida humana, salvo en algunas zonas excepcionales y restringidas".

Es innegable que una accidente nuclear nivel 7 (el máximo registrado hasta ahora) supone una liberación de radioactividad por encima de los niveles permitidos. Sin embargo, una de las conclusiones del informe es bastante más optimista de lo que se puede suponer: "La mayoría de los trabajadores de servicios de emergencia y de los habitantes de zonas contaminadas recibieron dosis de irradiación corporal relativamente bajas, comparables a los niveles de fondo naturales. Por consiguiente, no se han encontrado pruebas de una disminución de la fecundidad en la población afectada, ni parece probable que se produzca; tampoco

Reactor 1 de la Central Nuclear de Cherbobyl luego de la explosion del 26 de Abril de 1986.

se han encontrado pruebas de un aumento de las malformaciones congénitas que pueda atribuirse a la exposición a la radiación".

La radiación, además, no existe sólo a causa de la energía nuclear. Radiación hay en todos lados y proviene del suelo y del espacio. Para que tengan una idea, actualmente en la playa de Guariba en Río de Janeiro la radiación natural a la que están expuestos los cuerpos es 30 veces mayor a la que existe hoy en Chernóbil, que –según este informe- exceptuando la zona incluida en un radio de 30 km del reactor, los niveles han vuelto a ser aceptables para la salud. De hecho, desde 1987 (tan solo unos meses después del accidente) hay una comunidad de ucranianos que decidió volver a su ciudad natal a pesar de las restricciones. Ninguno murió de cáncer ni sufrió malformación alguna[2].

El presidente del Foro explicó que "los efectos sanitarios del accidente podrían haber sido espantosos, pero una evaluación final basada en las conclusiones validadas del trabajo científico más serio indica que los efectos en la salud pública no fueron ni con mucho tan graves como se temió en un principio".

Curioso es que, a casi diez años de la publicación de este estudio, la versión instalada sigue siendo la de los daños a largo plazo y de la inhabitabilidad de las zonas por la *contaminación*.

1 - Cabe mencionar que el Informe también sostuvo que "la tasa de supervivencia entre las víctimas del cáncer (de tiroides) ha sido de casi el 99%".

2 - NDR: recomiendo mirar el documental Pandora's Promise donde, además de viajar a Chernóbil a hablar con esta comunidad, se ahondan temas relacionados a este artículo.

Contaminación

"La energía nuclear es una energía sucia", se escucha. Y los argumentos vienen por el lado de la posibilidad de una fuga radiactiva o, nunca menos, de los famosos desechos del mismo orden.

Ok, ya vimos que a excepción de una zona determinada, un accidente nuclear no contamina para *siempre* un medioambiente. Ahora, la pregunta que hay que responder es: ¿la energía nuclear es, en sí misma, más sucia que la del carbón o el petróleo? La respuesta es no.

Los gases que una central nuclear puede emitir al exterior durante su funcionamiento normal son mínimos y completamente inofensivos para la salud. Además, la energía nuclear no genera dióxido de carbono, gas altamente contaminante que impacta de lleno en la calidad de aire que respiramos, favorece el cambio climático y sí es producido por las energías del carbón, el petróleo y el gas.

Según el Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional, Francia es uno de los países europeos que menor cantidad de dióxido de carbono per cápita emite (5,5 toneladas métricas). Y al mismo tiempo, es el país de Europa que mayor cantidad de energía nuclear produce y consume, el 80% del total[3].

Del otro lado está Alemania, que desde que sucedió el accidente de Fukushima ha acelerado el proceso de desactivación de las centrales nucleares a lo largo del país (tienen 17 en total), con miras a completarlo para 2022. De 2011 para acá Alemania ha aumentado el porcentaje de emisiones de CO_2 (algo que había logrado disminuir en el período 1990-2006), duplicando al de la atómica Francia.

Desde el gobierno alemán insisten con "la salida renovable" como si su insoportable inestabilidad e intermitencia no fuera un problema en una sociedad del nivel de desarrollo como la alemana. Si bien son líderes mundiales en esta materia con un parque renovable del 17%, la realidad es que ahí sólo se produce el 3% del consumo eléctrico debido a la escasez del viento.

Para completar el resto de la demanda, es necesario impulsar las energías del petróleo y, sobre todo, del carbón. Es por eso que, al final, un país con motivación renovable es un país obligado a producir cada vez más CO_2.

En cuanto a los residuos radiactivos, no es cierto que no se sabe qué hacer con ellos. Todos los países que cuentan con producción de energía nuclear también tienen un ente encargado de gestionar los desechos. En Francia existe la Agenda Nacional de Residuos Radiactivos (ANDRA) encargada de clasificar, inventariar y almacenar los desechos tanto de baja, media y alta radioactividad. Los primeros en depósitos ubicados en la superficie o cercanos a ellos, mientras que los segundos entierran en repositorios geológicos profundos. En España lo hace la Empresa Nacional de Recursos Radioactivos (ENERSA), que guarda los mismos en Centro de Almacenamiento de El Cabril (Córdoba). Allí o bien se aíslan del resto de la sociedad o se tratan para su reciclaje.

Aquí lo hace la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) quien, luego de estudiar su composición y reducir al máximo su volumen, los mezcla con asfalto, vidrio o cemento para inmovilizarlos. Una vez finalizado ese proceso los envasa en contenedores metálicos especiales y van a parar al Centro Atómico Ezeiza.

Allí almacenados no parecen suponer demasiado peligro. De seguro, mucho menos del que suponen las emisiones de CO_2.

3 - *Fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica.*

Keyword: 'desactivar'

Es usual escuchar desde distintas organizaciones ambientalistas que las centrales nucleares deben "desactivarse" antes de que sea demasiado tarde y se produzca otra catástrofe.

Resulta interesante analizar discursivamente el uso del verbo anteriormente entrecomillado. Según la Real Academia Española, "desactivar" implica "anular cualquier potencia activa, como la de procesos fisicoquímicos, planes económicos, etc.". Pero además, la RAE da una segunda acepción que es quizá la más curiosa: "Inutilizar los dispositivos que harían estallar un artefacto explosivo". Es ahí donde hay que mirar.

La palabra 'desactivar' quizá no esté elegida al azar, remite a un mundo en particular: el del miedo a que algo terrible *pueda* pasar. Remite a una peligrosidad constante, a un "virtual" peligro que desataría la furia del enemigo "invisible", la radioactividad.

No se habla de desactivar la industria del carbón o del petróleo (siete millones de personas mueren por año a causa de la aspiración de aire contaminado[4]) pero sí es muy usual encontrar ese verbo en el discurso antinuclear.

Desactivar conecta con algo "a punto" de estallar. No desactivamos la luz de nuestra pieza, la apagamos. No desactivamos la tele, ni el microondas. Sí desactivamos bombas. Explosivos. Armas nucleares.

Desactivar es, por excelencia, el mejor verbo para imprimir en el discurso antinuclear ese tinte cuasi apocalíptico que opera en el sentido común tergiversando la concepción de energía atómica y, en definitiva, sólo garantiza una cosa: la continuidad y el enriquecimiento del resto de las (contaminantes) industrias de electricidad.

4 - *Fuente: Organización Mundial de la Salud.*

Efecto Cherenkov en reactor RA-6 del Instituto Balseiro en Bariloche, Argentina.

Como prueba de amor hacia nuestros lectores nos internamos en lo profundo de Wikipedia y, con la ayuda de la ingeniera Julieta Romero, repasamos un par de conceptos básicos de física nuclear.

¡A darle átomos!

por laura monnanni

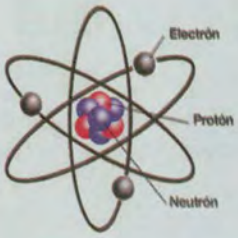
"Today's proverb: At you smallest components, you are indistinguishable from a forest fire."

Welcome to Night Vale, Ep. 44, "Cookies"

Con *El mundo de Beakman* habíamos llegado más o menos hasta acá: la materia está hecha de átomos. Éstos están compuestos por las llamadas partículas subatómicas: los neutrones (sin carga) y los protones (de carga positiva) conforman su núcleo, y alrededor están dispuestos en orbitales los electrones (de carga negativa), de la forma que menos energía requiera. Los dos primeros a su vez están compuestos por quarks, que junto con electrones, leptones, bosones, y toda una ensalada de -ones son lo que se llama partículas elementales.

Lo que determina de qué elemento químico es un átomo es la cantidad de protones que tiene el núcleo, expresada en su número atómico (Z). Por ejemplo, el hidrógeno tiene un protón, el helio dos, el litio tres, y así sucesivamente. Cada uno tiene sus propiedades químicas, es decir su manera particular de reaccionar con otros elementos.

En un átomo estándar, normalito, la cantidad de protones, neutrones y electrones va a ser la misma, pero puede haber variaciones. Si le sobra o le falta algún electrón, lo que cambia es la carga del átomo, que va a ser respectivamente negativa o positiva (porque las cargas opuestas de los protones y electrones se anulan). Un átomo cargado se llama *ion*. Si en cambio tiene algún neutrón de más o de menos, es un *isótopo* de ese elemento, que vamos a llamar por su masa atómica (A), es decir la suma de la cantidad de protones y de neutrones. Por ejemplo, si la masa atómica del carbono-14 es justamente 14, y sabemos que el carbono tiene 6 protones, quiere decir que los neutrones son 8. Los isótopos de un elemento tienen las mismas propiedades químicas pero distintas propiedades físicas (como el color, conductividad, punto de ebullición o de fusión, entre muchas otras).



Hongo nuclear en el atolón de Bikini el 25 de Julio de 1946.

Hay isótopos llamados radioactivos que son más inestables que otros, y por eso decaen, es decir que se transforman espontáneamente en versiones más estables. En este proceso emiten radiación: los núcleos van largando partículas, van perdiendo energía, hasta acomodarse un poco. Dicho fenómeno encuentra una aplicación en la medicina, por ejemplo, tanto para el tratamiento como para el diagnóstico de enfermedades, ya que la energía emitida por los isótopos radioactivos deja marcas que, como la Espada del Augurio, nos dejan ver más allá de lo evidente.

Este asunto de la radioactividad lo empiezan a estudiar, a fines del siglo XIX y comienzos del XX, Henri Becquerel y sobre todo Marie y Pierre Curie. Durante las décadas siguientes Bohr, Schrödinger, Chadwick y muchos otros hacen grandes avances en la comprensión de la estructura atómica.

Ahora bien, una de las cosas que se descubre es que todo átomo encierra en sí energía potencial. ¿Por qué? Porque hay una fuerza que se llama "interacción fuerte", que es la que hace que los protones se mantengan unidos en el núcleo junto con los neutrones, a pesar de que las cargas positivas se repelen entre sí. ¿Toda esa historia de

que E=mc²? Bueno, tiene que ver con que, a una escala subatómica, la masa es una forma de energía (lo cual no quiere decir que tu profe de yoga tenga razón cuando lo usa como argumento para afirmar que somos seres energéticos).

Lo que nos interesa acá son los dos tipos de procesos nucleares, es decir, cambios físicos que se producen dentro del núcleo de un átomo: la *fisión* (división de un núcleo en dos) y la *fusión* (unión de dos núcleos). Ambas pueden liberar una gran cantidad de energía, y desde que Enrico Fermi logró la primera reacción en cadena controlada de fisión en 1942 se intenta aprovechar este enorme potencial, principalmente para generar electricidad o como forma de propulsión.

Pero por otro lado, mientras que manejar una cantidad loca de energía es complicado cuando uno es quisquilloso con lo de "no freír a nadie", y "no explotar todo a la mierda", cuando lo que buscás es precisamente eso las cosas son más bien simples. Es por eso que desde la década del 40 se construyen bombas que usan reacciones nucleares descontroladas, ya sea de fisión (como la bomba de plutonio) o una alternancia de fisión/fusión/fisión (como la bomba H o bomba N).

Fisión: "una vez los dos dijimos hay que separarse"

La fisión del núcleo atómico es el proceso mediante el cual un átomo se divide en dos más livianos, liberando energía. Este es el principio que guía las plantas nucleares, donde se transforma la energía potencial que encierran los átomos en energía térmica, y ésta, mediante una turbina y un generador, en energía eléctrica.

Julieta Romero, Ingeniera Nuclear del Instituto Balseiro, nos explica cómo funciona este proceso:

"[El núcleo] está re pancho y estable. ¿Para qué se va a mover? Pero si viene algo de una energía distinta, un neutrón en este caso, dice "eh, hola, ¿hay lugar para uno más?". Este coso estable ya no va a ser tan estable.

Hay algunos átomos que tienen más propensión a ser inestables que otros si los bombardean con un neutrón -hay otros que si se agrega un neutrón no pasa nada- y da la casualidad que el uranio-235 (que es el número de isótopo) es uno de ellos. Entonces viene un neutrón, se mete en esa masa de protones y neutrones y todo empieza a vibrar, como que no puede más, y se separa. En esa separación se libera la energía que venía agarrada".

Es decir, dentro del reactor de una planta nuclear cada átomo de uranio-235 (estable) recibe un neutrón para convertirse en uranio-236 (inestable), que se divide en dos núcleos más pequeños y también neutrones libres, fotones, y otros fragmentos. Los neutrones que se liberan impactan en otros átomos y generan una reacción en cadena.

El proceso, además de ser un flash, es muy rendidor: una pastilla de uranio del tamaño de una aspirina produce la misma energía que una tonelada de carbón, 40 garrafas de gas, o tres barriles de petróleo. Entonces uranio + un poquito de energía=bocha de energía y ¿qué más?

De qué hablamos cuando hablamos de radiación

***V:* Por qué hace mal al cuerpo humano la radiación?**

Julieta Romero: Eso no es tan simple pero está bueno explicarlo. Una célula de tu cuerpo cumple una función. Es funcional si: a) cumple el rol que le corresponde, b) se puede reproducir sin problemas, u otra célula se puede reproducir para reemplazarla cuando ésta se muere.

Cuando viene radiación, es energía que le pega a la célula, y le pueden pasar varias cosas en ese caso: que no le pase nada, que cambie su comportamiento y cumpla otra función para la cual no está diseñada, que se muera, o que sobreviva pero cambie su función.

Si no pasa nada, no pasa nada. Si cambia su función y eventualmente se muere, tampoco pasa nada (si son pocas). Si se mueren muchas, pasa lo que se llama una necrosis, que es cuando te pega mucha intensidad de radiación, como que te salte un un rayo gamma. Eso ha pasado en hospitales donde están mal calibradas las fuentes, porque hay gente que las usa sin saber qué es lo que está manejando, y te deja muerta la piel, pero además nunca más regenera. Es como una quemadura que no se va, y se llama necrosis de piel. Y la otra posibilidad, que es la más peligrosa, es que esa célula mute y además se pueda reproducir con esa mutación, es decir un tumor. Eso es peligroso.

Entonces importa cuánta radiación te pegue a vos en cantidad y durante el tiempo. En cantidad porque te puede hacer un efecto que se llama determinístico, que es que te queme la mano. Me hizo necrosis, me hizo pelota. Y los otros se llaman efectos probabilísticos, porque puede ser que pase o puede ser que no. Pero a medida que aumentás la exposición es mucho más probable que te pase.

***V:* ¿Pero cuál sería la diferencia entre la radioactividad, y otra onda que no te hace nada?**

JR: Todas son radiaciones, lo que pasa es que se llaman distinto porque tienen distintas longitudes de onda, pero es lo mismo. Fijate que el sol emite radiación también, ultravioleta. La diferencia en los nombres que vos le ponés es para ayudarte con los términos, pero todo es radiación.

Pasa que la diferente longitud de onda también te puede hacer distintas cosas. La luz infrarroja te calienta porque hace que las células se muevan a la par de esa onda porque es más grande, y la ultravioleta hace dentro de la célula que se muevan cosas, se modifiquen cosas. Pero no necesariamente te da calor porque no se mueven las células entre sí. Pasa con un vidrio, que deja pasar la infrarroja pero no la ultravioleta. Atrás de un vidrio nunca te vas a quemar, nunca te vas a tostar. Pero sí te da calor.

"Lo que hay de residuo propiamente dicho es el combustible nuclear. Cuando lo terminan de usar, lo llevan a unas piletas porque todavía está caliente y si vos lo sacás de ahí se derrite, se rompe. Así que se lo deja unos años y una vez que se enfrió lo suficiente se lo puede llevar a lo que se llama almacenamiento en seco, en unos silos. Son unos tachos de concreto donde lo metés, tapás, y dejás de nuevo que dacaiga, porque se está enfriando. El átomo sigue inestable y con eso se sigue perdiendo por ejemplo un electrón, y con eso se fue un poco de energía. Un protón, un cacho de radiación. Hasta que se estabiliza: llega un punto que dice "bueno, me calmo".

Eso se puede reprocesar. Cuando sacás el elemento tiene algo de combustible adentro, lo que pasa es que ya no te sirve por una cues-

tión de eficiencia adentro del reactor. Pero es otro tratamiento, más complicado y que acá no se está llevando a cabo de forma comercial.

La otra opción es seguir almacenándolo, primero en la pileta, después en el silo, y una vez que se puede manipular queda el residuo de más larga vida media, que tarda muchísimos años en decaer. Esa es la gran piedra en el zapato de la industria nuclear. Una de las posibilidades es hacer un pozo grande bajo tierra, confinarlo bien y guardarlo ahí. En realidad no pasa nada con que esté afuera, pero está más vulnerable a ataques aéreos o cualquier boludez.

Para eso se estudia qué instalaciones duran más en la vida de un país, porque son cosas que tenés que cuidar a lo largo de muchos años y muchas generaciones. Entonces se lo suele hacer cerca de lugares militares, que son los que más duran en general".

Fusión: como decían las Spice, "when two become one"

Por otro lado, tenemos el proceso contrario, la fusión nuclear, mediante la cual varios núcleos atómicos se unen para formar uno más pesado. Estas reacciones son las que se producen en las estrellas, a temperaturas de millones de grados centígrados, y por eso se las llama también reacciones termonucleares.

Lo que sucede es que hay que aportar una gran cantidad de energía para vencer la fuerza elecrostática que hace que los núcleos se repelan entre sí, pero (si los núcleos en cuestión son más livianos que el hierro) la reacción liberará una gran cantidad de energía. Comparada con cualquier otra fuente energética, esta es decididamente la mejor apuesta en términos de eficiencia, "limpieza", y disponibilidad de su combustible.

Si bien en la década del 40 el Proyecto Manhattan se abocó a su uso para fines bélicos, culminando en 1952 con la detonación de la bomba *Ivy Mike* en las Islas Marshall, hasta el momento no se ha logrado mantener una fusión nuclear en forma sostenida, controlada, y utilizable, y contener de alguna forma las temperaturas astronómicas (literalmente) que esto requiere. De ahí que se hablara tanto de "fusión en frío", ese Santo Grial de las películas de espionaje técnico de la Guerra Fría, ese secreto utópico que Elizabeth Shue llevaba escondido en el corpiño en *El santo*, ese sueño de independencia energética nacional y popular que fue Isla Huemul.

Vista externa del reactor RA-6.

Efecto Cherenkov en reactor RA-6. Ángulo invertido.

Conseguir desarrollar una planta termonuclear sería sumamente ventajoso, ya que el combustible necesario es muy abundante, los desechos inofensivos, y las instalaciones casi a prueba de fallas. Sobre todo, la fusión nuclear brinda 1.000.000 de veces más energía que el fuego, hasta 1.000 veces más de la que se invierte. El rendimiento es mucho mayor que el de la fisión nuclear.

Sin embargo, todavía parecen faltar un par de décadas de investigación para llegar a este objetivo. Por el momento se se está intentando conseguir emisiones sostenidas de plasma, que no es eso que pierden los fantasmas en *Ghostbusters*, sino un estado de la materia (distinto al sólido, al líquido y al gaseoso), fluido y cargado eléctricamente. En este caso se trata de una mezcla de deuterio y tritio (dos isótopos del hidrógeno), que sería el combustible a fusionar, y que tiene que estar a la presión y temperatura justa en forma contínua. Por ahora sólo se consiguen emisiones de algunos segundos.

El proyecto de mayor envergadura en este sentido es el ITER (Reactor Termonuclear Experimental Internacional), una instalación monstruosa que se empezó a construir en el sur de Francia en 2008. Es un *tokamak*, según un diseño ruso de los años 50: un gran artefacto de confinamiento electromagnético dentro de una cámara de vacío, capaz de contener una reacción termonuclear. Algo así como un termo electrómagnetico con una estrellita artificial adentro.

La financiación, el diseño y la dirección del proyecto son compartidas por 35 países, entre ellos EEUU, Rusia, la Unión Europea, China, Japón, Corea del Sur, e India. Llevan invertidos no menos de 15.000 millones de dólares y se estima que tienen para al menos una década más.

Por el momento es un gastadero de guita, lleno de promesa y super interesante, pero con una obra descomunal siempre al borde de colapsar bajo su propio peso. Aunque, como dicen que dijo Norbert Holtkamp, antiguo vicedirector, "si gastás todo lo que puedas, después de los primeros 1.000 millones nadie nos va a parar el proyecto". Si eso no es sabiduría burocrática, no sé qué es.

¿Podrá la fusión nuclear acercarnos al sueño de poner el aire en 17° todo el verano y que te chupe un huevo? ¿La veremos nosotros, nuestros hijos o nuestros nietos? ¿Y qué va a significar esta tecnología, el día que se consiga, para los países que no tengan acceso a ella?

Mientras tratamos de descular todos estos problemas, hacemos eco de la plegaria de Homero Simpson: "Señor, agradecemos también la energía nuclear, la energía más limpia y segura después de la solar, que realmente es sólo un sueño".

De chica Balseiro a cosplayer en Comic-Con

Julieta Romero tiene 27 años y en 2011 se recibió de Ingeniera Nuclear en el Instituto Balseiro. La conocimos en la Comic-Con 2013 vestida de Khaleesi, paseando sus dragones por la convención, y decidimos que era una genia.

***V:* ¿Cómo fue que elegiste estudiar Ingeniería Nuclear?**

JR: En realidad yo quería estudiar Física porque de chiquita me interesaba mucho descubrir el porqué de las cosas. Eso derivó después en preguntarme qué carrera me explicaba más de estas cosas que quería saber. Y ahí entré en contacto con la física, a través de los padres de un ex-novio que eran los dos físicos del Balseiro, en Bariloche. Yo ya vivía ahí desde los nueve años.

Pero para entrar al Balseiro tenés que hacer dos años previos de Ingeniería para rendir el examen de ingreso, porque después es becada la carrera. Esos dos años se pueden hacer en cualquier universidad, y yo estudié Ingeniería Mecánica en la Universidad Nacional del Comahue, en Bariloche. Ahí vi lo que era la Ingeniería y me pareció que estaba muy bueno, porque es más del hacer, y yo soy muy inquieta con eso también.

Después rendí el examen de ingreso, entré para la carrera de Física, y ahí decidí pasarme a Nuclear, porque descubrí que la carrera que más me acercaba al conocimiento que yo quería tener sobre las cosas, y a su vez el hacer de la Ingeniería. Mezcla un poquito de las dos cosas.

***V:* ¿Cómo es estudiar en el Balseiro? Los humanistas porteños nos lo imaginamos como una mezcla de Escuela Xavier para Jóvenes Talentos y una especie de monasterio del Saber.**

JR: Nah ¡si no yo no podría haber ido a estudiar ahí! Hay de todo, cerebritos y gente como una, que se rompió el lomo estudiando para entrar y fue surfeando las dificultades en el camino.

Estudiar en el IB es muy lindo, te dan una beca, que alcanza muy bien para vivir sin laburar (de hecho no trabajar es obligatorio una vez que entraste), vivís en un campus (si querés), y eso está bárbaro. La mayoría de los profesores viven en el mismo lugar, dentro del predio, y suelen estar dispuestos a responder cualquier duda fuera de horario laboral. Y encima vivís en Bariloche. Parece sacado de una película.

Más allá del estudio, hay cancha de fútbol, tenis, una palestra, ping pong, kayak, windsurf, tablas de ski y snowboard. También se suele salir a cenar, al boliche, a la montaña... En fin, para citar a un colega amarillo, "trabajamos y también nos divertimos". Todo en la justa medida que te permita después rendir bien los finales, claro.

***V:* ¿Cuáles son las incumbencias de un Ingeniero Nuclear?**

JR: ¡Son muchas! Sos un Ingeniero, que es más que nada por estar en el Balseiro. Corto, es que abrís un libro, lo leés y lo podés hacer. Porque tengo compañeros desde lugares de marketing, que nada que ver, hasta en YPF, en Nucleoeléctrica (que estoy yo), en el ITER. Así que es medio de todo. Por ahí la incumbencia de un Ingeniero Nuclear es saber un poco de todo, poder trabajar.

***V:* Vos trabajás para NA-SA, acá en Capital. ¿Qué es lo que hacés específicamente?**

JR: Estoy en la parte de seguridad nuclear: Regulaciones Nucleares, Seguridad y Salvaguardia. Según un papelito, soy "Asistente en temas de licenciamiento", pero la verdad es que no hago una tarea fija. Dependiendo de qué se necesite con mayor o menor urgencia, ahí voy. Básicamente, escritorio: muchos papeles y compu (hacer informes, corregirlos, chequear si se cumple una norma de la Autoridad Regulatoria Nuclear, a veces ir a la planta a buscar información...).

Es la parte que está más en contacto con la ARN, que regula las actividades nucleares que se llevan a cabo. Estamos en contacto con eso y con la planta, y tratamos de pasar información y directivas.

Por ejemplo, ahora con Atucha II, para poder arrancar hay que cumplir ciertos requisitos de seguridad y normativa. Entonces pasa por nuestra oficina, nosotros vemos que esté todo ok, y lo mandamos a la ARN para ver si aprueba o no aprueba que se ponga en actividad. También tenés que estar muy pendiente de las actualizaciones de las cosas de seguridad, por ejemplo, que no se pongan obsoletos los equipos, todo el tiempo tener actualizados informes que te expliquen qué hacer si suenan las alarmas, qué hacer cuando pasa un accidente, qué posibilidades hay de que suceda cada accidente, o un incendio, en qué puede afectar que la planta se te haga pelota.

***V:* ¿Tiene peso ser mujer al trabajar en este campo? ¿Lo tuvo cuando estudiabas?**

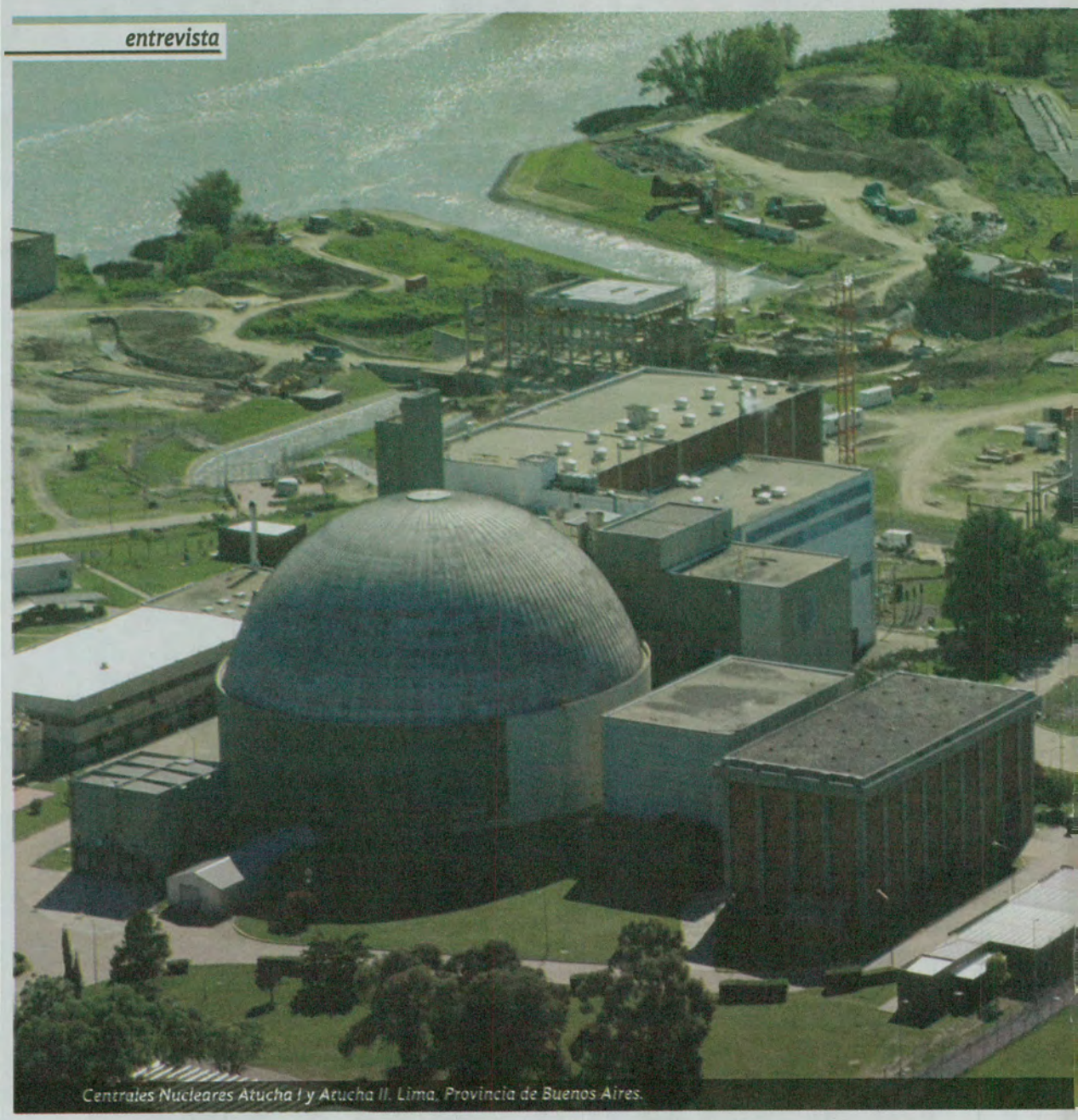
JR: Tiene peso en la medida que lo dejes pesar. Yo no me siento en un lugar privilegiado por el hecho de haber nacido mujer y haber elegido esta carrera. Tampoco me siento disminuída, pero para esto hay que luchar un poquito más, porque globalmente está implícito que las ingenierías en general son "carreras de hombre", más en generaciones anteriores a la mía (por lo tanto, de mis jefes y profesores). Para mí era fundamental que no me tomaran como "la chica del curso" -porque sí, estaba sola en mi curso- entonces tomaba tal vez una actitud bien de pares con mis compañeros (pero manteniendo mi femineidad, por supuesto). Quizás sí hay que mantenerse algo alerta, y en la mínima medida en que alguien implica que sos menos capaz porque sos mujer, hacérselos saber, porque capaz no se dan cuenta al tenerlo tan inculcado de generaciones anteriores. Hablando se entiende la gente. Igual yo creo que eso está cambiando bastante y para bien. *Go girl!*

***V:* Y después tenés tu proyecto paralelo en jdragones.com.ar...**

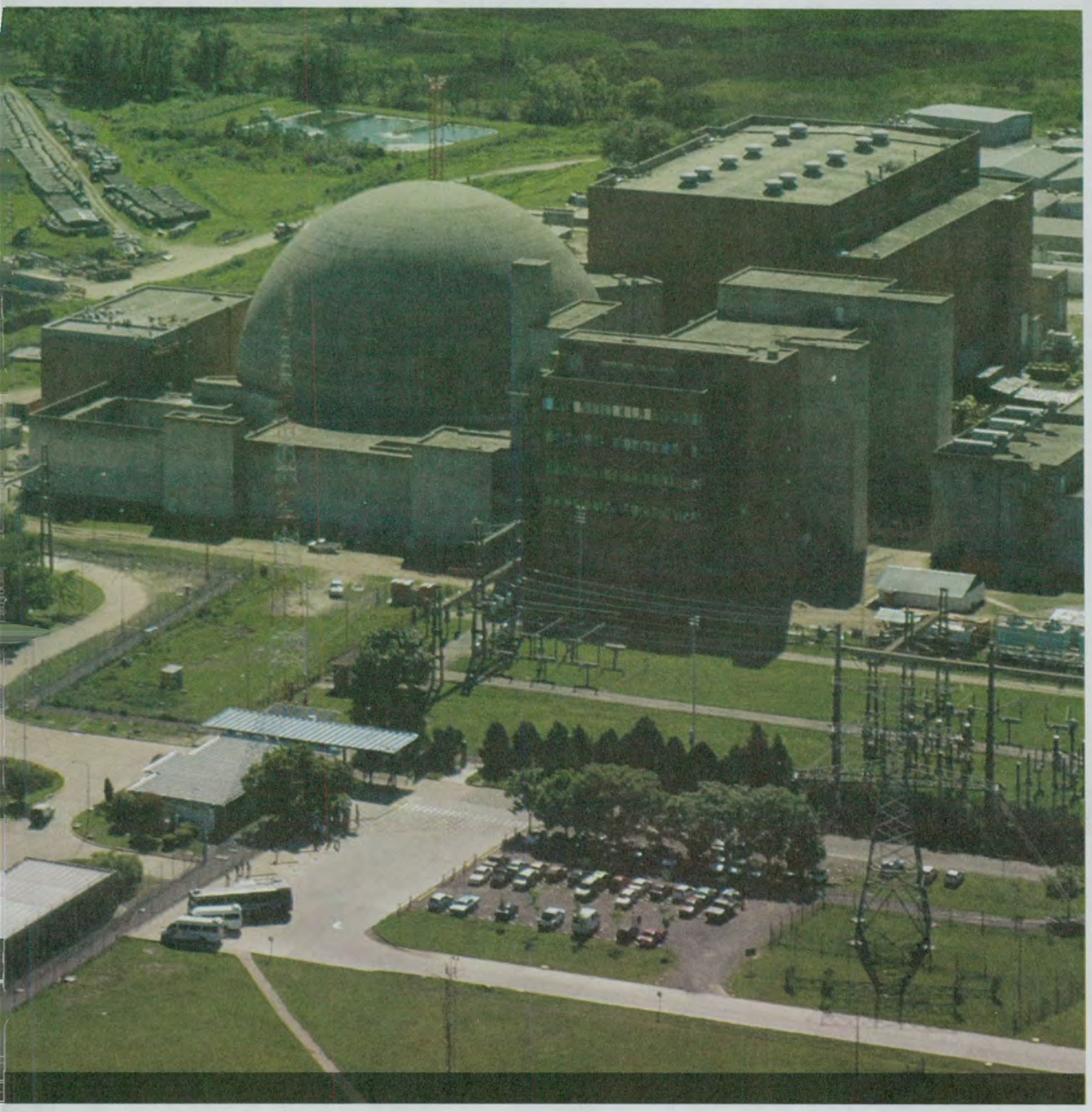
JR: Sí, que lo vengo medio postergando porque me apareció lo del *cosplay* que es otra cosa que me gustó hacer. Pero me gustaría eventualmente poder explicar estos temas nucleares, en palabras fáciles, para la gente que está interesada pero no se quiere comer el embole de tecnicismos, o por ahí no sabe que está interesada pero nadie se acercó a contarle. ¿Entonces cómo vas a saber?

Siempre me gustó dibujar, y me encantan los dragones, no sé bien por qué bien. Estéticamente me llamaban mucho la atención, me parecían muy lindos, una cosa muy bella. Con los dragones de Ciruelo me empezó a pasar. Empecé a meterlos en cosas cotidianas, incluso los dibujaba cocinando, haciendo de todo. Y se me ocurrió dibujar el átomo de dragones, o *drátomo*. Me pareció una linda idea para aprovechar y explicar un poco esto de la fisión. Porque cuando uno ve un material no tan convencional es más divertido.

WWW.VELOCIRAPTORS.COM.AR



Centrales Nucleares Atucha I y Atucha II. Lima, Provincia de Buenos Aires.



Hicimos todo el camino hasta Lima, la ciudad bonaerense lindera a las centrales nucleares de Atucha I y Atucha II. Allí entrevistamos a José Luis Antúnez, ingeniero, presidente de Nucleoléctrica SA, y a quien le fue encomendada la finalización de la megaobra de Atucha II.

"Atucha II terminó siendo un disparador tecnológico fenomenal"

por clara y juan f ruocco

Cuando decidimos hacer un número sobre energía nuclear, el nombre saltó de forma inmediata. Atucha II, la central nuclear inconclusa, el Leviatán de la ingeniería nacional, la construcción que llevó 34 años en ser finalizada. Es en sí misma una radiografía de la historia reciente del país.

Los orígenes de Atucha II se remontan al plan nuclear formulado por la última dictadura para ampliar la capacidad de generación eléctrica del país, lo cual da un panorama de la complejidad del tema: un gobierno antidemocrático y responsable de la aplicación forzada y sanguinaria del neoliberalismo en Argentina, encara un proyecto científico-técnico de magnitud estratégica para el país. Proveería mayor electricidad y su construcción movilizaría la industria nacional de base.

El proyecto debía estar terminado para el 87. No sucedió. El período democrático conducido por el Presidente Ricardo Alfonsín quedó signado por los jaques de los levantamientos militares, las presiones de todos los sectores y la hiperinflación. Esta última, junto con las demoras constantes del proyecto, podrían señalarse como las causas principales del estancamiento de la obra. Con un Estado atrofiado por una administración incapaz de combatir todos los frentes, la fecha de finalización se volvió una incógnita. Pese a esos inconvenientes en 1989 la administración de Alfonsín creó la Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería, a través de la ley 1827, para administrar la Planta Industrial de Agua Pesada, elemento fundamental para el funcionamiento de los reactores de la central.

Llegaron los 90 y la situación de la obra empeoró [Ver *Guardianes Nucleares*]. Bajo el gobierno del Dr. Menem la situación de la industria nuclear argentina fue adversa. Atucha II fue detenida casi por completo. Para el año 95 la parálisis del proyecto fue total.

Con la llegada de Néstor Kirchner a la presidencia, el sector nuclear volvió a tener vida. Esta voluntad se expresó en la implementación de un plan de reactivación nuclear en 2007 para poner en marcha nuevamente todo el conocimiento argentino sobre esta industria [ver *Festival nacional del dato atómico*].

Turbina de la central Atucha II.

Actualmente, los siete puntos del plan de reactivación están encaminados. Mientras hacíamos esta revista, el reactor de Atucha II fue puesto a crítico y conectado al Sistema argentino de Interconexión. Es decir que ya aporta energía a la red eléctrica. La renovación de Embalse y Atucha I están en marcha. La construcción del Carem comenzó este año. Al cierre de eta edición, Argentina firmaba con China un acuerdo para financiar y ejecutar la construcción de una cuarta central, Atucha III, utilizando las destrezas y el capital humano recuperado a partir de la reactivación del proyecto de Atucha II.

Así fue que para conocer de primera mano la historia de Atucha II y el futuro de la industria nuclear argentina en lo que respecta a centrales eléctricas, hicimos todo el camino hasta Lima, la pequeña localidad lindera a las centrales Atucha I y II. Allí fuimos hasta el mega-obrador de la mega-construcción de Atuha II para visitar al ingeniero José Luis Antúnez, presidente de Nucleoeléctrica Argentina (NA-SA por sus siglas). Esta es la empresa de capital estatal que tiene a su cargo de la gestión de las centrales Nucleares de Embalse, Atucha I y responsable de completar la obra de Atucha II -a través de una Unidad de Gestión especialmente diseñada para esta tarea.

José Luis Antúnez: Atucha II fue un proyecto complicado y largo. El palacio de Versailles tardó menos tiempo. Y Herodoto dice que la primera pirámide tardó 40 años en ser construida [Atucha II llevó 34]. Aunque no hay cronograma de obra de las pirámides, se han perdido los papeles. Pero los del palacio de Versailles quedan, están los planos. El primer palacio de Versailles llevó 19 años de punta a punta... la mitad que Atucha II.

Velociraptors: **(risas) ¿Cuándo te incorporaste a Atucha II?**

JLA: En el año 2005 me incorporé al proyecto nuclear nacional, y en octubre de 2006 aterrizamos en este lugar. La que consideramos como fecha lanzamiento del proyecto es octubre del 2006. La enunciación del Plan Nuclear requirió un año de preparación, ya que fue realmente el primero que se formulaba en más de 30 años. Lo armó el ministro De Vido y el presidente Néstor Kirchner lo aprobó entusiastamente. No solamente lo aprobó sino que también lo sustentó. A veces aprobar las cosas es fácil, pues sólo requiere de una firma. El resto requiere de muchas firmas en esos papelitos rectangulares que dicen "Banco de la Nación Argentina".

V: **(risas) ¿Por qué asumiste en NA-SA?**

JLA: He dedicado más de 45 años de profesión a la ingeniería y la construcción. Y si bien no vengo del sector nuclear específicamente -soy ingeniero electromecánico-, he hecho plantas y centrales energéticas de todo tipo. Desde plantas a gas hasta líneas de alta tensión, usinas.

Y tuve la suerte de estar vinculado dos veces, en el curso de esa larga carrera, al proyecto nuclear. La primera fue cuando estuve en el montaje de Embalse desde el lado de la industria privada. También desde el lado de la industria privada había estado siete años en los comienzos tambaleantes de Atucha II: desde el 80 hasta el 87. Con lo cual, tenía una vinculación muy grande con este proyecto, que era para mí una asignatura pendiente. Nunca me fui de una obra sin terminarla, pero eso me pasó con Atucha II en el año 87, le pedí a mi empresa que me llevaran a otro lado. Y fui a parar a Arabia Saudita a seguir construyendo.

Así que cuando el ministro De Vido y su colaborador, el secretario de Energía, se aproximan, me dicen: "usted (sepan que nosotros nos tratamos de *usted*, es una cuestión generacional), estuvo muy ligado a esto desde el lado de la industria privada ¿tendría interés en dirigir el proyecto para el Estado Nacional?". Así que hablamos mucho sobre el tema, sobre las chances de éxito que teníamos, era todo una incógnita: ¿se podría terminar Atucha II? Finalmente acepté el desafío y aquí estoy.

Es por eso que he venido a parar acá: por mi experiencia en ingeniería y construcción y por mi ligazón a las dos centrales nucleares. Es una oportunidad que los ingenieros de la Argentina pocas veces han tenido, el trabajar en dos de ellas.

V: **Íbamos a preguntarte qué creías que le podías aportar de distintivo al proyecto, quizás precisamente esto de no venir de lo nuclear...**

JLA: No venir estrictamente de lo que era lo nuclear pero sí saber y haber estado en los comienzos de este proyecto. Mi primera y única tarea en aquel momento fue hacer la esfera de contención del reactor, lo que le da a la central su impronta. Fue nuestra tarea entre el 80 y el 87.

***V:* ¿Con qué te encontrás cuando llegás a la obra?**

JLA: Nos encontramos con una situación extremadamente complicada. El diseñador original había desaparecido. Por lo tanto, había que adquirir la capacidad de diseño. Nos encontramos con un estado de construcción muy extraño: tenía la obra civil muy avanzada; una particularidad que era que los materiales, equipos y la documentación estaban almacenados en sitio y sobrevivido un período de 12 a 15 años de abandono; y nada hecho de lo electromecánico. Era entonces un proyecto extremadamente asimétrico.

No obstante, esa extraña asimetría es lo que nos permitió finalmente terminarla. Porque si hubiéramos tenido todo avanzado parejo hubiéramos tenido más problemas todavía. Así que en el fondo eso nos ayudó, aunque tuvimos que resolver una situación muy pero muy extraña realmente. Había miles de toneladas de equipos y de materiales almacenados, inclusive en carpas especiales. Es un tema que habla muy bien de la gente que lo conservó, un grupo dirigido por quien ha sido nuestro gerente de construcción para terminar el proyecto, el ingeniero Báez, quien les puede contar lo que han hecho y que sólo un componente mayor tuvimos que mandarlo a reconstruir a fábrica. Uno entre los 85.000 componentes (ver: *Guardianes nucleares*). Después, a las demás piezas les hicimos mil cosas de las normales que se les hace a algo que está almacenado hace veinte años. Pero mandamos a reconstruir sólo un componente.

***V:* ¿Qué quiere decir que el diseñador había desaparecido?**

JLA: Argentina, nuclearmente hablando venía de dos centrales nucleares, ambas construidas con un desfasaje razonable en el tiempo y ambos proyectos terminados satisfactoriamente. Atucha I se inició en el 68 y se terminó en el

Ing. José Luis Antúnez. Presidente de Nucleoeléctrica Argentina.

Accidentes

***V:* Hablemos de accidentes en la industria nuclear.**

JLA: El planeta lleva 12 mil casi 13 mil años de experiencia en reactores. En ese lapso han ocurrido tres accidentes, en los cuales parecería en el caso de Fukushima -si uno lee algunas publicaciones en el tema mediático- que los 19 mil muertos de marzo del 2011 fueron de la central nuclear. En realidad ninguno murió en la central. Murieron en el terremoto, en la inundación, en las refinerías que se incendiaron, en los ríos donde cayeron plantas químicas completas.

Dos cosas asombran de ese accidente. La disciplina de los operadores de la central, pocas veces vista. Y la disciplina de la población en cómo reaccionó a la necesidad de evacuar el área. Ya están volviendo. En lo que fue Hiroshima hoy se cultivan verduras y la gente se las come. Chernóbil sí produjo muertos directos e indirectos por contaminación. Y en Three Mile Island nadie ni se resfrío, así que es una industria extremadamente segura.

Uno piensa que la industria del ferrocarril es extremadamente segura. Yo cuando voy a viajar en tren siempre pienso: "menos mal que dejé el auto en casa y me voy en tren a donde tenga que ir". Ahora bien, el año pasado en Europa, sólo en dos accidentes de tren (no cuento algún otro que hubo en gran Bretaña) se murieron como 300 personas. Pero esa misma noche, tanto en España como en Francia, donde habían ocurrido los accidentes, la gente se peleaba por subirse al tren. La percepción del público es que accidentes de tren hay, pero que es seguro. Porque accidentes de auto ¡hay muchísimos más!

Así que con el tema de seguridad nadie puede prometer que su industria no va a producir accidentes. La industria aeronáutica no promete eso, ni lo va a prometer jamás. Lo que sí promete es que volar es seguro y las estadísticas están a la vista. Y además que su avión de mañana será más seguro que el de antes de ayer. Pero no puede dar una garantía patrimonial de que no va a haber un accidente.

Así que el tema del accidente se agita mediáticamente, y yo lo que propondría es fíjese quien vende que la industria nuclear no vende y quizás tenga una pista de dónde viene el ataque. No es un ataque serio en términos técnicos. Que produzca disturbios en el medio ambiente, no hay ninguna actividad industrial que no produzca disturbios al medio ambiente. Lo que hay que hacer es trabajar para minimizarlos. Y que tiene accidentes, sí. ¿Qué hace la industria nuclear entonces? Prepara sus plantas con medidas de seguridad que no tiene ninguna otra industria y prepara a la población circundante para evacuarlos de una posible fuente de radiación.

V: ¿De qué manera se trabaja en la planta respecto del tema seguridad?

JLA: Damos un curso de inducción muy completo que incluye las normas de seguridad en caso de accidente. Y después las plantas trabajan permanentemente en este sentido. A las 10 de la mañana de hoy como desde hace 40 años, Atucha hace sonar su sirena de emergencia para probarla, entre otras cosas. Y el personal de Atucha desde hace 40 años tiene el mejor entrenamiento para el manejo de un accidente. Y se entrena a la población circundante bajo la autoridad regulatoria nuclear. Y se hacen ensayos en toda el área susceptible de un escape de la central. Es el equivalente al pequeño curso de inducción que le dan antes de realizar un vuelo trasatlántico. La compañía aérea no tiene ninguna intención de ir a bañarse al medio del Atlántico, pero necesita preparar a sus pasajeros con un conocimiento mínimo e indispensable para que no se maten tratando de salir del avión en caso de emergencia.

74, un récord pocas veces igualado en la historia nuclear del planeta. Y Embalse se inicia en 74 y termina en el 83. En el 84 entró a la red. Muy razonable en ambos casos.

Después, el país emprende un plan que visto en retrospectiva era excesivamente ambicioso. Suponía la construcción de cuatro centrales idénticas -copiando el modelo alemán-, con el mismo tecnólogo (Siemens) y con la loable intención de seguir aumentando el contenido nacional en los proyectos. Bien, ese plan se lanza en mayo de 1980, es decir hace casi 34 años. Ese es el tiempo que nos ha llevado completar Atucha II, que según ese plan debió haberse terminado en el 87. Estaba previsto que la primera de las cuatro centrales se construyera en siete años. Pero no alcanzó, naturalmente, ni se alcanzó a preparar la siguiente.

Finalmente, en el año 2000 Siemens se retiró del campo nuclear y hace desaparecer la subsidiaria nuclear. Así que lo primero que tuvimos que hacer ni bien empezamos, en agosto de 2005, fue negociar con Siemens.

***V:* ¿Siemens se retiró dejando el proyecto "colgado"?**

JLA: Bueno, en realidad quien lo deja "colgado" es tema concurrente, porque la Argentina dos años después de empezar el proyecto se mete en una guerra -como para ir empezando mal la cosa-, y después atraviesa períodos de crisis financieras innombrables... En el curso del proyecto la moneda argentina perdió 11 ceros. Es decir, se ha devaluado por 10 a la 11. Este proyecto sólo esquivó la devaluación de 1970, naturalmente porque no había empezado. Pero de los 13 ceros que lleva la moneda, perdió 11. Así que no es culpa de Siemens, sino que se incumplieron los compromisos que se habían asumido de ambos lados y finalmente Siemens abandona el campo nuclear en el año 2000.

No es que lo abandonó en el 83 y lo dejó a la Argentina "colgada" con el proyecto. La obra estaba totalmente paralizada desde el 95. Así que hubo una cantidad de discusiones no fáciles -las discusiones contractuales son siempre muy difíciles y sobre temas viejos, más todavía. Pero finalmente hicimos un acuerdo muy razonable con la empresa, que nos entregó la propiedad intelectual del proyecto y la documentación correspondiente. Con lo cual NA-SA quedó como propietario y diseñador de la central. Eso fue crucial para poder terminarla. Fue lo primero que hicimos y lo terminamos en julio del 2006. Y en octubre caímos acá para trabajar.

Vista desde el edificio adyacente al reactor de Atucha II.

***V:* ¿Qué quiere decir haber caído acá para trabajar?**

JLA: Que vinimos con un plan bastante concreto. Este proyecto tan complicado (tiene 128.000 documentos de ingeniería) comienza con un memorando de 27 páginas escrito por un grupo de venerables ancianos que nos hicimos cargo de manejar esto. Éramos gente que habíamos estado en los proyectos anteriores, gente que había estado conmigo en Embalse, gente que estuvo en los comienzos del proyecto, y gente de la Comisión Nacional de Energía Atómica. En fin, reunimos a todos los que pudieran aportar su conocimiento anterior.

En esas 27 páginas delineamos cómo íbamos a realizar ese proyecto y describimos cómo lo íbamos a recuperar. En cuanto al diseño planteamos cómo íbamos a rediseñar lo que había que rediseñar, que fue mucho por dos razones: primero porque estaba incompleto; segundo porque hubo que corregir. Este es un prototipo único, no es igual a Atucha I, es otro reactor distinto, aunque de afuera parezca exactamente igual.

¿Qué pasó en el camino? Transcurrieron ocho años, hoy miramos hacia atrás y vemos 43 millones de horas-hombre de trabajo nacional para terminar el proyecto. Nuestro compromiso -que nos fue asignado por ley- consistió en dos cosas: terminar Atucha II y recuperar las capacidades nacionales para diseñar y construir centrales nucleares. Se trata de dos asignaturas de las cuales una es la más visible, medible en el medidor de energía de la central. Pero la otra tiene valor de disparador tecnológico fenomenal, que ha sido que hoy la Argentina es capaz de encarar el diseño y la construcción de la próxima central. Y si hacemos el proyecto que pensamos hacer -que es replicar Embalse- lo haremos con tecnología propia, sin ningún tecnólogo. Llamaremos a los amigos canadienses -porque tenemos las mejores de las relaciones con ellos- y les contrataremos servicios. Pero el diseñador y arquitecto ingeniero de la central va a ser Nucleoléctrica Argentina.

***V:* ¿Esta fue la actividad encarada por la Unidad de Gestión de NA-SA?**

JLA: Efectivamente. Esta unidad de gestión que comenzó con las 90 personas que había cuando llegamos en el 2006, hoy tiene 900 entre profesionales y técnicos. Además, llegaron a trabajar 7.200 personas en el momento pico de la construcción. Es, sin dudas, el proyecto más complejo que se haya realizado últimamente y el de mayor

El futuro de la industria

***V:* Investigamos las perspectivas que hay de lograr la fusión nuclear que se proyectan en el sur de Francia en un proyecto internacional de gran envergadura ¿Qué sabés de eso?**

JLA: Se está trabajando muchísimo en la fusión, muchísimo. Además a un costo de inversión gigantesco. Se han reunido a las naciones más desarrolladas del planeta, pues la fusión es una energía que es casi un sueño *post einsteniano*. Es limpia. Esa sí que no deja nada. No hace 50 años se alcanzaron las primeras reacciones de fusión en laboratorio por algún millonésimo de segundo. No es fácil, es la energía de las estrellas.

Hoy, en estos nuevos experimentos (Estados Unidos tiene el suyo pero trabaja entusiastamente en el que tiene Europa), ya están hablando de dimensiones más compatibles con la ingeniería: están hablando de una fusión de algunos segundos. De ahí a un funcionamiento continuo nos falta bastante. Y de ahí a extraer eso en forma de energía todavía falta. Pero están trabajando mucho e invirtiendo muchísimo. De alguna manera, piensan que en un par de décadas estará disponible. Y ojalá así sea. Ya el sólo hecho de sustentar esa fusión a varios grados centígrados y mantenerla andando es una hazaña científico-tecnológica monumental.

Y como dice un amigo mío físico (los físicos siempre están soñando): "José Luis ¿y qué tal si empezamos a pensar en el reactor de antimateria?" [risas]. Yo contesto: "piensen tranquilos ustedes, muchachos, que yo tengo que terminar esta obra". Pero es maravilloso tener estos científicos que están 50, 100 años adelante. Piensen que cuando Einstein escribe la ecuación de transformación de masa en energía [$E=mc^2$] no lo hace desde la física de partículas, lo hace desde la cinemática y la dinámica. Llega a una ecuación que mucha gente decía: ¿y esto para qué sirve? Y él pensaba que debía haber una manera, ya en el mundo de lo sub atómico, donde esto fuera posible. Después en el 42 llega Fermi quien junto con Szilárd consigue construir el primer reactor. Es un largo camino pero hacen falta esas mentes.

consumo de recursos nacionales. Pero entre 7.200 personas debería haber ocho o nueve técnicos extranjeros que trajimos de Europa. Estos 7.200 son los que realizaron las 43 millones de horas hombre de trabajo, de las cuales tan orgullosos estamos.

***V:* La obra se desempeñó en 3 fases: relanzamiento del proyecto, construcción y montaje, puesta en marcha de la central. ¿Cuál es el activo que queda después de cada fase?**

JLA: Nos queda el activo intangible. La capacidad intelectual acumulada. Tanto para la gente que ha trabajado para Nucleoeléctrica Argentina como para los que trabajan para nuestras empresas contratistas y proveedoras. Nosotros estamos dejando 27 empresas nacionales calificadas para el próximo proyecto.

***V:* ¿Atucha II terminó siendo como una escuela de formación profesional?**

JLA: Yo lo llamo *disparador tecnológico fenomenal*, que es lo que ha sido lo nuclear en la Argentina. Desde el punto de vista de la ciencia en la Argentina, creo que ha habido dos cosas monumentales: una es la escuela de biología de Houssay y la otra es la escuela de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y sus desprendimientos, del cual Nucleoeléctrica es uno de ellos. Lo biológico y lo atómico son dos cosas que admiro de lo hecho por la Argentina, que tienen un nivel mundial más que aceptable.

***V:* ¿Quedarse con el diseño del reactor permitiría usar el mismo reactor para nuevas centrales?**

JLA: Es un diseño que no tuvo mucho éxito comercial. No, adquirimos la propiedad del diseño sólo para utilizarlo en Atucha II, sencillamente porque no creemos que sea replicable económicamente hoy, comparado con la alternativa del reactor canadiense de Embalse, de la cual somos dueños de la tecnología por algunos visionarios en el año 74. Fueron estos visionarios quienes en el contrato original con los canadienses exigieron que a la Argentina le quedara la capacidad de replicar ese diseño tantas veces como quisiera, dentro del territorio nacional -para no competir en la exportación. Así que de estos visionarios uno de ellos trabaja con nosotros hoy y ya es muy mayorcito (dicho sea de paso, somos todos bastantes mayorcitos en este proyecto). Consiguieron eso pero después se adoptó el camino alemán. Sin embargo -lo que son las vueltas de la vida- probablemente volvamos al camino del 74 de la tecnología canadiense que anduvo muy bien. Embalse ha andado de las mil maravillas. Y lo que creemos más racional es replicar Embalse con tecnología que es de nuestra propiedad.

***V:* ¿En la misma zona de Embalse?**

JLA: No, acá. En ese terreno verde [señala la ventana] que sigue a continuación de Atucha I y II. En aquel momento se la ubica ahí por pedido de la provincia de Córdoba. El país no estaba interconectado y entonces los grandes centros de consumo energético (Córdoba y el centro del país lo son) necesitaban generación propia porque no había alimentación de la red nacional. Hoy el mundo cambió. Esa decisión fue tomada en el año 73 (hay que acordarse). Ya pasaron 40 años de esa decisión.

Ahora el país está totalmente interconectado con extra-alta tensión, y durante la administración Néstor Kirchner-Cristina Kirchner se ha ampliado esa red. Ahora llega desde el norte del país hasta el estrecho y de este a oeste completo. Entonces uno instala la generación, diríamos casi donde quiere. Así que no tiene sentido volver a instalar en Córdoba porque no hace falta refuerzo en la zona ni mucho menos.

Así que vamos a aprovechar la inmensa capacidad de enfriamiento que tiene el río Paraná, que puede tener 100 centrales. Y hay algo que yo seguramente ya no lo voy a ver en mi vida profesional, pero sigo pensando que es interesante: algún día hay que animársele al mar como fuente de enfriamiento, que es lo que usa casi todo el mundo. Muy pocos países tienen ríos así de potentes como el Paraná para la fuente de enfriamiento. Pero tenemos una Costa Atlántica gigante con capacidad de enfriamiento de todas las centrales del mundo. No hay que tenerle miedo, los barcos se enfrían con agua de mar desde hace 200 años, es cuestión de usar los materiales adecuados.

***V:* ¿Qué pasó con el plan nuclear argentino del 2005 para acá?**

JLA: Termina en una ley, la 26.566 del año 2009, que le encomienda a NA-SA una cantidad de cosas muy interesantes: terminar Atucha II, extender la vida de Atucha I y de Embalse y -por si esto fuera poco- construir dos centrales más. Eso sí que es un plan, realmente. Y además, lo que hoy les estamos contando es que lo hemos cumplido. Anunciar planes es una cosa, es el primer paso en un largo camino. Pero nosotros estamos avisando que de lo que nos encargaron Atucha I tiene su plan de extensión de vida en marcha, Embalse tiene su plan de extensión de vida por otros 30 años más de funcionamiento en marcha, y Atucha II está terminada.

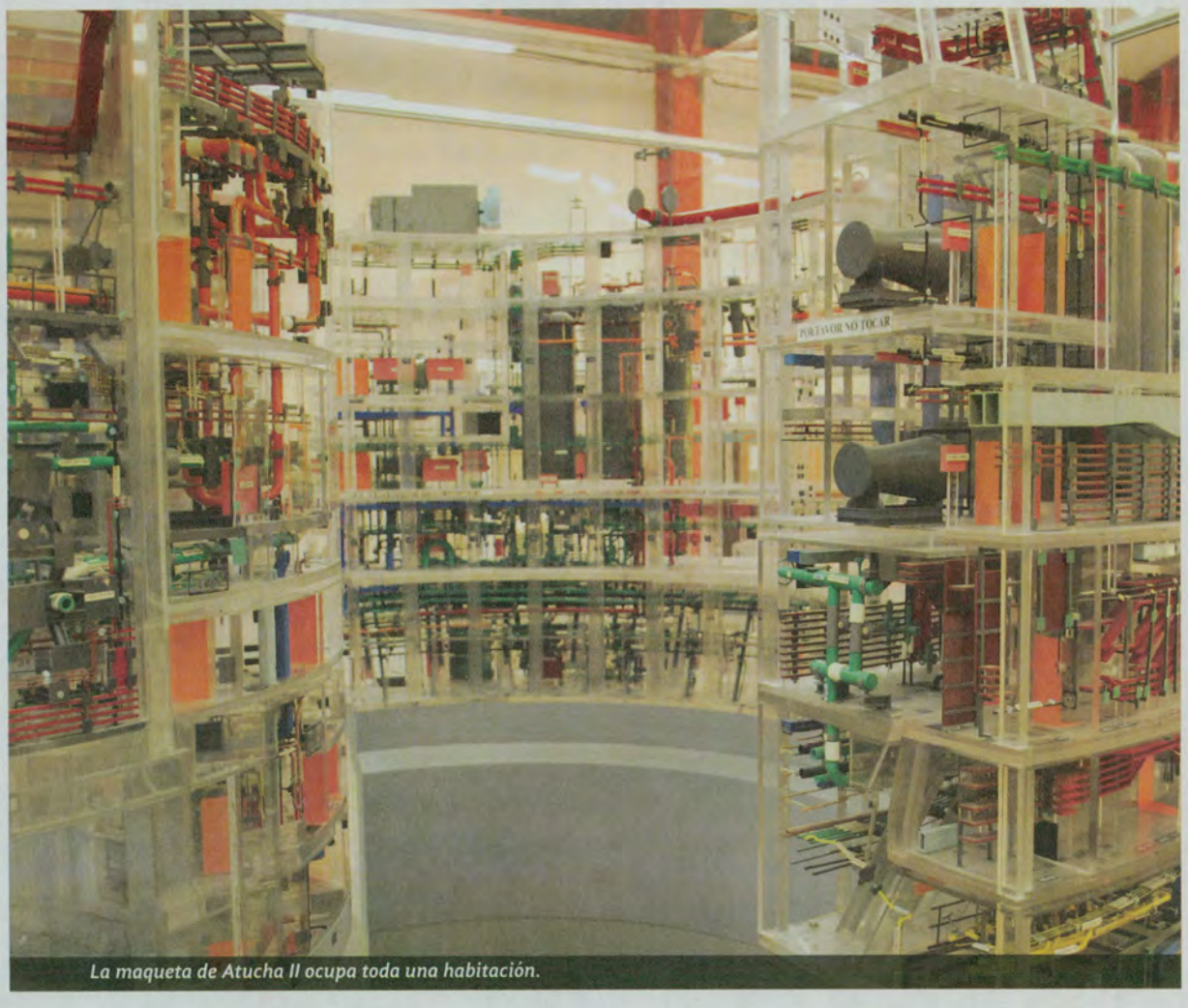
***V:* En este sentido, ¿cuál es la herencia de Atucha II?**

JLA: Bien, hablamos mucho de los mayorcitos de este proyecto. Hablemos de los jóvenes involucrados. Ustedes son gente joven de la ciencia y tienen que saber dónde hay oportunidades. Nos pusimos como objetivo recuperar las capacidades nacionales. Bueno, muy bien, ahora eso

hay que ponerlo en cabeza de gente que sobreviva para profesionalmente hacer las próximas centrales. Entonces, nos falta claramente una generación completa. Nosotros acá tenemos los de 55 años para arriba, los que ya hemos pasado los 70 y atrás no venía nada, sencillamente porque no existía. Los años de dilapidación de los recursos nacionales consideraron que el sector nuclear no incorporara gente nueva. Hay una generación que no está. Así que aceptamos eso como un hecho pragmático. Entonces, incorporamos profesionales con menos de diez años de egresados adentro. Y tenemos hoy 300 de ellos, que se han formado entre 5 y 8 años de experiencia en este proyecto. Esa gente ya está en condiciones de construir la próxima central hoy. Así que hay oportunidades magníficas en este sector para el que le gusta el diseño y construcción de centrales nucleares.

***V:* Pensaba recién en esto que nos decías ¿Hay un sentido de la herencia entre los trabajadores de Atucha?**

JLA: Es que la única forma de transmitir ese activo es a través del conocimiento in situ. El conocimiento se puede escribir pero se necesitan exégetas después para interpretarlo. Uno puede escribir el *know how* pero lo que no puede escribir es el *know why*, por qué uno hizo el *know how* que hizo. Eso es un escalón más arriba y eso necesita de la continuidad generacional. Así que acá tuvimos la suerte de que todavía no nos habíamos ido y ahora queda el capital formado para la próxima central.



La maqueta de Atucha II ocupa toda una habitación.

Electricidad, energía nuclear y medio ambiente

***V:* ¿Cuál es el impacto ambiental de la energía nuclear?**

JLA: Es un tema ampliamente opinable. Pero hablemos en lo relativo a energía eléctrica que es donde lo nuclear está más desarrollado. Lo nuclear tiene enorme presencia en la ciencia básica, en la ciencia médica -a veces se le presta poca atención- y en aplicaciones industriales de diverso tipo. Pero dónde están las inversiones gigantescas es en la generación de energía eléctrica, claramente.

Se trata de una industria relativamente joven, no es que nosotros llegamos en el 74 y el mundo llevaba 100 años en eso. Argentina empezó en el 74 y el mundo había empezado en el 56 en Gran Bretaña. Todos piensan que la primera central de potencia tuvo origen en los Estados Unidos pero no. Este llegó unos meses después. Curiosamente, lo mismo pasó con la distribución eléctrica por redes. Edison instaló su primera red en Londres, tres meses antes que la de Nueva York, en 1870 y tantos. Es una industria joven la eléctrica.

Y pasó de menos de un megavatio en ese año, a los cinco millones de megavatios que tiene hoy el planeta. Para conseguir el primer millón, tardó 80 años (hasta 1940). El último millón de los cinco se dio en los últimos 13 años, lo que expresa el crecimiento de la industria eléctrica. La vida como la conocemos hoy sin energía eléctrica por redes, sería imposible. Si alguien apaga las centrales, no digo que la raza humana desaparece pero la civilización de hoy como tal, sí. ¿Qué hace una ciudad gigantesca sin elevación vertical?

***V:* Me hace acordar a la primera revista [ver *Las tres vías del conocimiento*, vol.1] donde Juan hace un análisis de una película en la que el terror se desata cuando se corta la energía eléctrica.**

JLA: El terror, la bronca. A ustedes, los jóvenes, les cortan la compu y la notebook y el iPad y que se yo, y matan a alguien. Y es una industria complicada, muy delicada en la cual el equilibrio entre oferta y demanda es permanente, por lo menos en energía en corriente alterna. En continua no se distribuye. Esa sí se podría acumular pero la alterna no. Es decir, cuando uno prende una lámpara en esta oficina, hay una máquina en el sistema que reaccionó en el mismo instante. Así que es una industria dificilísima, complicada de operar también.

Bien, ¿de dónde consiguió Edison su primer megavatio (eran 600 kilowatts, pero admitamos que era un megavatio)? Quemando carbón. Máquina a vapor de pistón, con eso movía su generador y se distribuía por la red. Con eso llegaron a las grandes calderas, empezó la era del petróleo distribuido que empezó ahí nomás.

Después alguien hizo descubrimientos monumentales como el aprovechamiento hidroeléctrico. Y así se van sumando distintas fuentes. Y en realidad, después del carbón, los hidrocarburos y lo hidráulico, no hubo nada nuevo hasta que llegó lo nuclear. Y después como novedoso hubo dos cosas: lo eólico y lo solar (quemar biomasa no la distingo mucho de quemar carbón, que es biomasa más vieja).

Hoy por hoy, el mundo sigue alimentando sus cinco millones de megavatios con esta base. Edison empezó quemando carbón y el mundo hoy sigue quemando carbón. El 40% de la energía eléctrica se produce quemando carbón. Dos de los sistemas eléctricos más grandes (China y los Estados Unidos) delante año han quemado 3.000 millones de toneladas de carbón. Después vienen ahí pegados el gas y lo nuclear. Lo hidráulico está abajo, pues no todos tienen lo hidráulico, solo algunas naciones privilegiadas (nosotros somos una de ellas). Canadá, Suecia,

Brasil, que produce el 80% de su energía eléctrica de base hidráulica. Nosotros producimos un 40%. Pero hay naciones que no tienen ríos. Francia por ejemplo, tiene ríos bellísimos pero que no alcanzan ni para un megavatio de potencia.

***V:* Dicen que Francia sintetizó su política energética en la frase: "No tenemos petróleo, no tenemos gas, no tenemos agua, no tenemos opción". Por eso el 80% de su matriz energética es nuclear.**

JLA: Claro. Por otro lado, la combustión del carbón, como la del gas, fuel oil, gas oil, se pueden hacer bastante limpias (que es la gran crítica, la combustión de carbón ha dejado la desolación del planeta, China tiene un problema gravísimo con el tema, Estados Unidos no, que lo quema en forma limpia). El tema es que cuando éramos estudiantes nosotros, el dióxido de carbono no figuraba en la lista de los malos de la película. Uno tenía que sacar de la chimenea el hollín, los compuestos de azufre, los NOx, el fósforo, el anadio, los metales pesados, pero sacar el dióxido de carbono no. Pensábamos que era de lo más inofensivo, pues la Coca Cola y la soda tienen dióxido de carbono. Resultó que era malo. Así que lo que era bueno en los 60 ahora resultó ser el enemigo público número uno. Y ahí sí, el carbón tiene un problema porque para producir la misma energía el carbón necesita tres veces más que la combustión de gas o de los líquidos, así que ahí hay un problema serio.

En ese sentido lo nuclear es una alternativa muy importante que ha tenido un desarrollo muy grande. Pasó de cero en 1945 a unos miles de megavatios. Hoy representa casi el 8% de la potencia instalada en el mundo y el 15% de la energía producida, por la característica de las centrales nucleares de operar permanentemente. No es perfecta. Y ninguna de las fuentes de energía lo es. Lamentablemente la energía eléctrica no se encuentra en el estado que la precisamos. No está en la naturaleza. Sería fantástico que hubiera yacimientos de energía eléctrica: uno hace un agujero, como hacen los colegas petroleros, sumerge un cable en lugar de un caño y saca energía eléctrica. Pero no va. Hay que ingeniárselas de alguna otra manera.

Entonces este asesino nuevo que es el carbono está exento en lo nuclear. Cuando nosotros decimos que es limpia, es limpia.

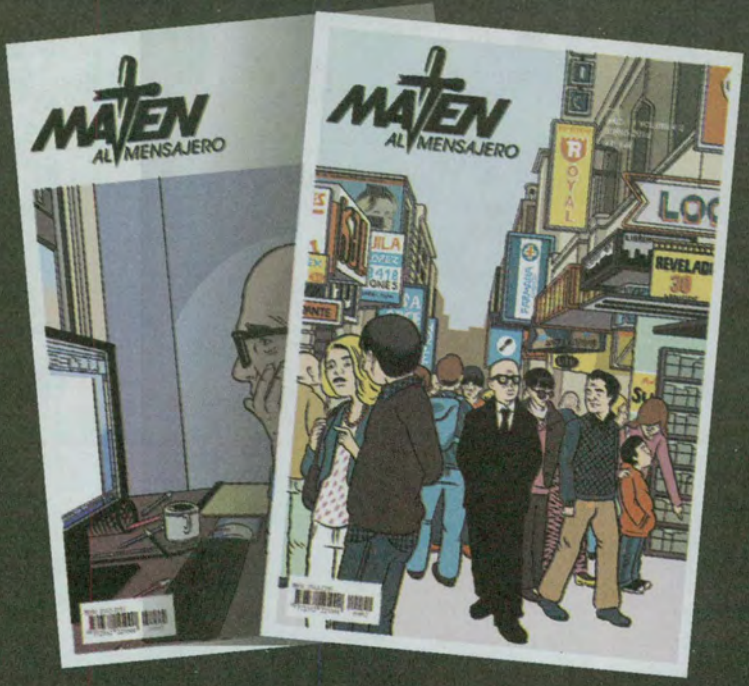
***V:* ¿Pero qué "desechos" produce la energía eléctrica nuclear?**

JLA: Produce combustible usado, que algunos les gusta llamar residuos. No son residuos, es combustible usado que la industria nuclear almacena. En principio hacemos un maravilloso aprovechamiento de la masa, -piensen ustedes que Atucha II va a utilizar por día 185 kilos de uranio y si funcionara a carbón, necesitaría 12 millones de kilos de carbón por día para su funcionamiento (es decir un barco Panamax de carbón cada cinco días). Pero aún con ese aprovechamiento de masas, en el combustible usado todavía hay una cantidad gigantesca de energía que se puede re-utilizar con reactores de otro tipo. Eso hoy ya se está haciendo. Es una tecnología que está absolutamente disponible, ya la usan Francia, Japón y China acaba de empezar a usarla, justamente quemando óxidos obtenidos en ese reciclaje del combustible utilizado en un reactor de tipo canadiense. Quedará después el residuo final cuyo volumen es extremadamente pequeño y que puede ser dominado sin necesidad de tirárselo al vecino.

El problema de lo que escupen las centrales por la chimenea es que usted se lo tira al vecino y la única manera de recapturar ese dióxido que va a la atmosfera es plantando arbolitos. No hay otra forma, no existe una aspiradora mágica. Hay varios mecanismos para capturar el dióxido de carbono pero hasta ahora comercialmente viable en el futuro cercano imaginable, ninguno. Están pensando en almacenarlo en yacimientos abandonados, están pensando transformarlo en roca -lo cual químicamente es posible- y están pensando en criar algas forrajeras aprovechándolo. Pero todo esto en el laboratorio está muy lindo, pero en la planta comercial no hay. Así que la energía eléctrica producida nuclearmente es limpia y es competitiva.

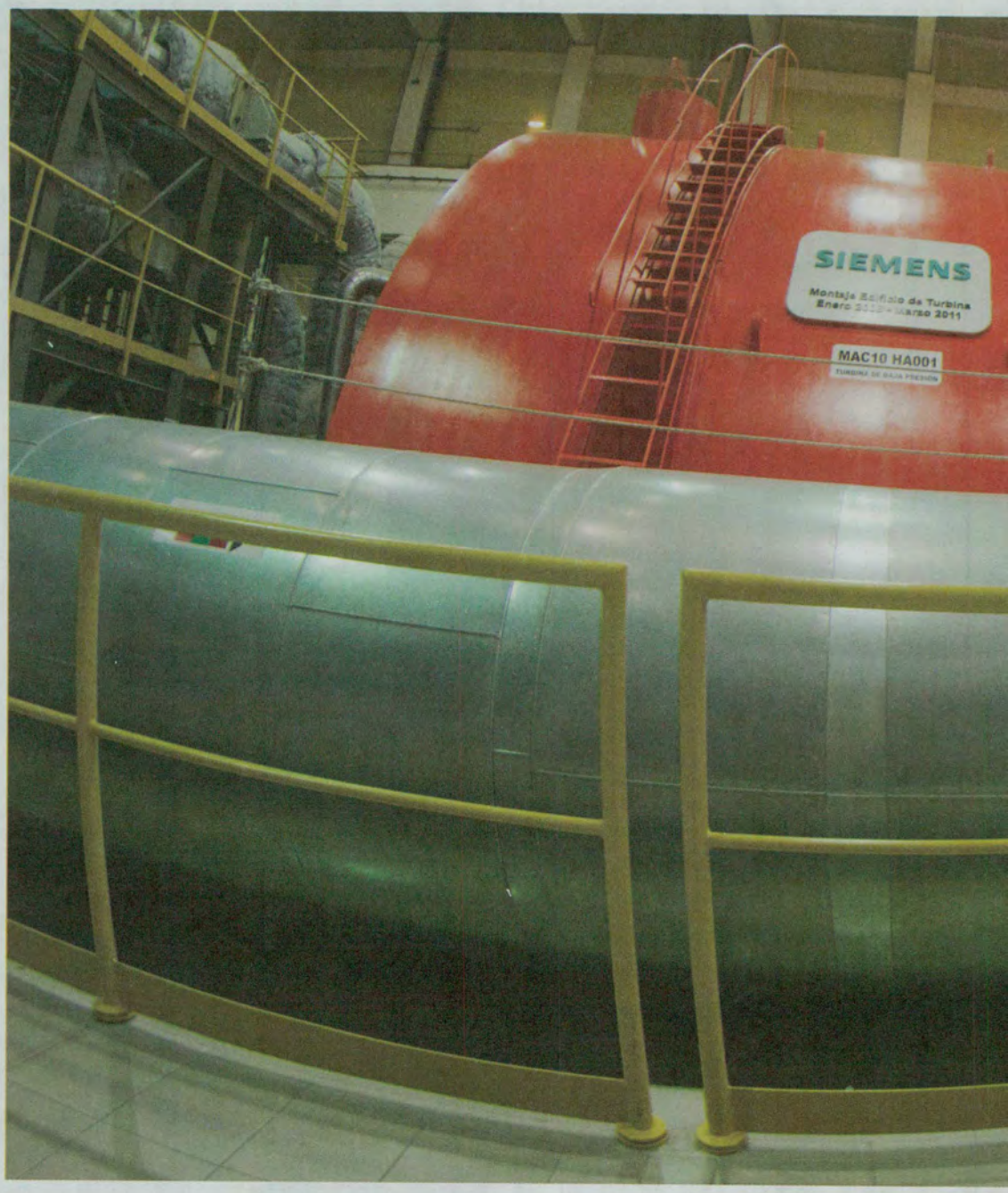
CUANDO LEAN ESTO VA A SER DEMASIADO TARDE

Novelas de folletin. Aguafuertes.
Historieta. Literatura Breve. Fotografía.
Literatura Juvenil. Y más.



MATEN AL MENSAJERO Una revista para lectores

/MATENALMENSAJERO @MATENLO


SIEMENS
Montaje Edificio de Turbina
Enero 2010 - Marzo 2011
MAC10 HA001

Rematamos el día en Atucha II con una visita a Miguel Ángel Baez, Coordinador de Construcciones de la central. Rememora cómo un puñado de trabajadores resistieron el cierre del proyecto durante los 90, resguardando toneladas de componentes de la oxidación, la falta de presupuesto y el olvido.

Guardianes Nucleares

por clara y juan ruocco

La primera vez que visité Atucha fue por trabajo, tenía que sacar fotos. Hice la visita guiada como cualquier civil que llega al complejo. Corría el año 2010 y la central todavía estaba en construcción. Conocerla me produjo un sentimiento de reverencia, como si entrase a una catedral pero laica. Hay algo del tamaño y la complejidad de la tecnología que impresionan: un monumento vivo a la ingeniería y la técnica nacional, un símbolo de que Argentina *puede*.

Por otro lado, se trata de un complejo que produce una cantidad abismal de energía eléctrica para todo el país. Está ahí, funcionando todo el tiempo. De lugares como este depende que vos puedas prender la tele, escuchar música, navegar por internet, leer con luz durante la noche, tener una heladera. Visitar Atucha es como visitar el backstage de la sociedad moderna.

En medio de la visita el guía contó una historia, de esas historias grosas que pueblan el territorio argentino y que son desconocidas para el público general: durante el parate de la obra hubo un grupo de tipos que custodió todas las piezas electromecánicas de la central que aún no se habían instalado. El reactor, la turbina, los transformadores. Todas.

Como si se tratara de un mecano gigante, 85.000 piezas quedaban guardadas en su empaque original a la espera de que la obra retomara su marcha definitiva. Todas las partes necesarias para armar la central. Material que ya había sido comprado, que era argentino, pero que dependía de la voluntad política de turno para ser, cuasi alquímicamente, convertido en una central que produjera energía. Más adelante, de entre todas esas piezas, una sola tuvo que ser reconstruida por el deterioro del almacenamiento. Las otras 84.999 fueron utilizadas sin problemas.

Sin que nadie se los exigiera, por iniciativa propia, este grupo resguardó por casi dos décadas, vaya uno a saber cuántos millones de dólares invertidos en tecnología para el desarrollo argentino. Los guardianes nucleares, los llamamos en la revista.

Para este número, logramos entrevistarnos con Miguel Báez, Coordinador de Construcciones de Atucha II y miembro de "los guardianes". Lejos del personaje épico-nuclear que había armado en mi cabeza me encontré con un tipo sencillo, vestido de jean con jean estricto y chaleco de polar, sorprendido ante el grupo de pibes que se interesaban por su historia.

***Velociraptors:* ¿Cuántos años llevás en Atucha?**

Miguel Baez: Voy a cumplir casi 40 años de trabajo y participé de todas las centrales. En Atucha I trabajé 10 años. En Embalse, toda la obra hasta completarla. Y en Atucha II desgraciadamente me tocó vivir el período de suspensión del proyecto y rearranque dos o tres veces. Y después fui parte de toda esta terminación hasta que llegamos al día de hoy.

***V:* ¿Cómo viviste la época de la suspensión de obra?**

MB: Fue muy difícil porque el proyecto se paró varias veces. Pero definitivamente en el año 95 se paró de una manera tal que realmente no sabíamos si alguna vez se iba a terminar o no. Quedó muy poquita gente acá: éramos un total de 200 personas, lo que acá es hablar de nada, tené en cuenta que en el pico de obra tuvimos 7.000. A los 200 directamente no los ves.

Para ese entonces, todos los componentes principales -la gran inversión que necesita una obra de este tipo-, ya habían sido comprados y almacenados acá. Esta última etapa de relanzamiento del proyecto y de terminar de construir la planta fue, más que nada, esfuerzo de horas-hombre y de trabajo. La mayoría del dinero que se gastó fue para el pago de sueldos de la gente que trabajó, pero no para la compra de los equipos que ya los teníamos almacenados.

Así, había un procedimiento de los proveedores originales que indicaba cómo cuidar todo eso. Por ejemplo, teníamos tres o cuatro mil cajones con componentes de tamaño chico, con las piezas envuel-

Ingeniero Miguel Angel Baez. Guardián Nuclear.

tas en nylon, en un papel como el que se usa para la cocina, el plateado, con un indicador de humedad y envasado al vacío. Mínimo, una vez por mes teníamos que ver el indicador de humedad: si se ponía de un color rosado, por ejemplo, había que abrirlo, hacer el vacío de vuelta, y volverlo a cerrar. A las bobinas de cable, por ejemplo, se les pudrían todas las maderas. Entonces había que comprar bobinas nuevas y volverlas a cerrar. En algún momento decidimos cerrar todos los edificios y calefaccionarlos para que no hubiese humedad. Bueno, todo ese tipo de cosas. Pero lo hacíamos con muy poca gente y sin dinero. No teníamos dinero ni para comprar una lata de pintura.

Así nos fuimos especializando de alguna manera en eso, logramos contactar gente de la OIEA (la Organización Internacional de Energía Atómica) y formamos un grupo con otras obras nucleares paradas en otros países del mundo. Nos cambiábamos información: "¿Ustedes cómo hacen para conservar esto?" Y "¡cuidado con aquello! ¡cuidado con esto otro!". Hay trabajos oficiales, hemos escrito instrucciones en la OIEA sobre cómo conservar componentes en un proyecto detenido a largo plazo. El riesgo más grande era la oxidación y el incendio, porque había muchos cajones, mucha madera. Eran miles y miles de toneladas distribuidas en cajones.

El otro problema era qué hacíamos con la gente. Parte de la gente la tuvimos "entreteniéndose" trabajando en otras plantas también detenidas. Cada tanto mandábamos gente para trabajar en ellas. Primero, para que tuvieran un ingreso extra, y segundo, para que se distrajeran un poco de todo esto. Así estuvimos casi 10 años cuidando todo.

***V:* ¿Cómo resolvían los problemas sin tener presupuesto?**

MB: Y, teníamos el sueldo, y bueno... Yo me acuerdo que tuve que ir a discutir, que no me daban plata para montar una grúa, que la montábamos no para empezar el montaje sino porque si la dejábamos afuera se echaba a perder. Esa fue la grúa de la sala de piletas, donde se almacenan los elementos combustibles. Esa grúa estaba a la intemperie, entonces decidimos ponerla adentro para que no se corroyera. Cosas raras de ese tipo pasaron.

A fines del 99 decidimos entrar la vasija del reactor, no para seguir la obra sino para poderla sacar de donde estaba y conservarla mejor en su posición final. Y aprendimos una cosa que muy poca gente sabe sobre cómo conservar eso.

Una vez estuvo una periodista acá cuándo teníamos la obra parada. Nos comentó de una obra de Onetti, una pequeña novela que se llama *El astillero*. Y trata de un astillero que lo abandonan y quedan dos o tres tipos para cuidarlo por si algún día volvía a funcionar. Y la periodista nos dijo "ustedes son como los personajes de *El astillero*". Me quedó la idea, y por supuesto fui y me compré el librito, lo tengo por ahí en la biblioteca. La leí y en muchos pasajes nos veía a los pocos tipos que estábamos acá.Tuvimos la gran suerte de que alguien nos ayudara a relanzar esto y llegamos a donde llegamos después de todos estos años.

***V:* ¿Pensaste en algún momento que se iba a llegar a esta etapa de finalización?**

MB: No, en aquellas épocas no. Yo cuento una anécdota: dependiendo del tipo de animal que uno veía, medía cuán solo estaba. Al principio tuvimos que despedir a 3500 personas en un mes. Los meses posteriores a eso no hubo animales. Después empezaron a aparecer los cuises por todos lados. Después, las lechuzas y los teros. Pero el *summum* fue que ahí [señala la ventana], al lado de ese tejido, una mañana apareció un zorro. El zorro es un bicho muy arisco, que te aparezca uno a las 10 de la mañana quiere decir que no hay nadie.

Cuando apareció el zorro dije "bueno, esta es la máxima". Porque hubo un momento que todo eso que ven de acá para el lado del río estaba cubierto por yuyos altísimos, y una vez al año nos daban unos mangos para contratar a alguien que viniera a cortarlos. Acá no había comedor, cada uno se traía la comida, no había servicio médico, no había infraestructura, no había nada.

Pero lo importante era cuidar los componentes, que valen centenas de millones de dólares. La turbina, por ejemplo, toda la turbina entera, estaba desarmada pieza por pieza metida en carpas inflables.

Cuando la gente de Siemens vino a visitarnos, se quedaron admirados de cómo encontraron las cosas. A pesar de eso el problema más grande que tuvimos fue que en el rotor del generador principal había óxido y para no tomar el riesgo de que pasara algo malo, tomamos la decisión de mandarlo a Alemania a rebobinarlo de vuelta. Es una pieza grandísima, pesaba 150 toneladas.

***V:* Cuándo apareció el zorro ¿qué fue lo que te mantuvo arriba del ring?**

MB: ¡Qué pregunta que me hacés! El tema del zorro fue hace 10 años más o menos. Yo tengo 65, en ese momento tenía 55 y ya había trabajado en dos centrales y pico. En mi caso personal me era muy difícil conseguir otro trabajo a esa edad. Tenía que irme del país o una cosa de esas. En mi caso fue la imposibilidad de conseguir otro trabajo, porque a esa edad no te quieren en ningún lado. Pero es una explicación muy simplista, quizás, o como una excusa a lo mejor. Pero si me preguntás si alguna vez perdí la esperanza de que siguiera el proyecto, y... hubo épocas que sí. Que decíamos "¿qué hacemos acá?". Fue difícil.

Por otro lado, la gente que tiene experiencia siempre tiene posibilidad de andar por todos lados. Como Argentina es miembro de la OIEA a nosotros nos llaman para dar conferencias, en un lado y en otro. Si te cuento todos los países donde di charlas, te puedo escribir un libro. Y eso un poco por ahí te distraía. No te viene mal ir a Viena 15 días. Pero la última me tocó en África, estuve en Nigeria, y no les quiero contar a ustedes lo que fue Nigeria. Las cosas que yo vi ahí.

Vos ves esas cosas y pensás en los problemas que tenemos nosotros, y de qué nos quejamos.... La miseria, porque no es pobreza, es miseria, en un país que nada en petróleo. Los despelotes que tienen son una cosa espantosa.

Por eso te digo, vos te podés comparar con muchas cosas, pero cuando salís y mirás mucho afuera, ves realmente que este país tiene cosas increíbles. Y eso que seguimos quejándonos y tratando de destruirlo... pero no lo vamos a lograr.

Gojira. A.K.A. Godzilla. Amo y señor de los mostros gigantes.

Bajo el terror del monstruo

por martín prestía

Antes de convertirse en un producto de consumo masivo, repetido hasta el cansancio a punto tal de perder toda dimensión simbólica; antes de la interminable galería de adversarios tan gargantuescos como burdos; antes de los guiones ridículos y absurdos, Godzilla fue una metáfora. Con el eco de las bombas de Hiroshima y Nagasaki aún resonando en los oídos de todo un pueblo, Godzilla encarnó, al mismo tiempo, el miedo a la era atómica y la (auto)representación victimizada del trágico desenlace de la Segunda Guerra Mundial.

Terror atómico

Pido al lector que no malinterprete las líneas que va a leer a continuación. Quien escribe es un amante de las películas de monstruos gigantes y un entusiasta del cine B en general. Pero a la hora de poner en consideración crítica las producciones de *Godzilla*, un abismo de calidad se abre entre la primera entrega y las subsiguientes. No sólo en términos formales, sino también en cuanto a una dimensión simbólica que se perdió luego del éxito comercial de la película original.

En 1954 se estrenó en Japón *Gojira* [*Godzilla*], la primera de una larga serie que tendrá al saurio y otros monstruos gigantes como protagonistas, inaugurando un subgénero del cine fantástico en el país asiático, el *kaiju eiga* [películas de monstruos]. La película aparece como una peculiar parábola de las consecuencias del enfrentamiento bélico finalizado tan sólo nueve años atrás, además de presentarse como un síntoma del terror al holocausto nuclear que signó toda la Guerra Fría. Pero avancemos más. Es posible establecer una genealogía de múltiples factores que confluyen en el film dirigido por Ishiro Honda.

Al finalizar la ocupación norteamericana sobre Japón en 1952, el cine nacional comenzó a relatar su visión de la guerra y las secuelas que había dejado como heridas abiertas en la conciencia de todo un pueblo. Como ejemplos, bastan los films bélicos del propio Honda: *Taiheiyo no washi* [*Operación Kamikaze*], de 1953, y *Saraba Rabaul* [*Adiós Rabaul*], de 1954; y las producciones en las que se refleja el terror atómico desencadenado tras las explosiones de Hiroshima y Nagasaki: el film de Kaneto Shindo, *Gembaku no ko* [*Los hijos de Hiroshima*], de 1952; e *Ikimona no kiroku* [*Crónica de un ser vivo*], de Akira Kurosawa, de 1955. Godzilla debe ser puesta, sin dudas, en el contexto del desarrollo de este tipo de cine.

Por otro lado, el tópico de los monstruos gigantes venía siendo tratado ampliamente en el cine de ciencia ficción norteamericano. Dos películas son clave: el clásico *King Kong*, de 1933, que fue reestrenado en 1952 convirtiéndose en un verdadero éxito de taquilla en Japón; y *The Beast from 20.000 Fathoms* [*El monstruo de los tiempos remotos*], de 1953, una historia sobre un saurio antediluviano despertado por pruebas nucleares de las que el monstruo japonés es un claro deudor. Esta última película se inscribe, asimismo, en una tradición de películas y seriales en las que se especulaba con las consecuencias de la investigación atómica, aunque el tratamiento de estos temas fuera siempre mucho más cercano al cine de entretenimiento que a ofrecer la visión madura y comprometida que un tema como el fenómeno nuclear merecía.

Rhedosaurus. Kaiju de "The Beast from 20,000 Fathoms".

En el principio fue la bomba

A comienzos de 1954 un barco pesquero japonés, el *Fukuru Maru*, atravesó por error la línea de seguridad del atolón de Bikini del Océano Pacífico, una zona que acababa de ser irradiada por el testeo estadounidense de la bomba H. Como resultado, toda su tripulación eventualmente desarrollaría enfermedades producidas por la contaminación radioactiva. Ese hecho histórico concreto palpitando aún en la opinión pública japonesa, es reinterpretado en el marco de la película que comienza con

una secuencia en la que una embarcación es misteriosamente atacada por un destello de luz que emana desde el fondo del océano. Como explicará en el film el paleontólogo Kyohei Yamane ante el poder político, la causa de la misma es Godzilla, un saurio dormido desde tiempos inmemoriales entre las fallas tectónicas de las profundidades del mar, despertado y mutado como resultado de las constantes pruebas de la bomba H.

El monstruo pronto atacará Tokio, dejando una estela de destrucción a su paso. En este punto, la película presenta una particularidad destacable: es un ataque nocturno, lo que dota a estas escenas de una atmósfera lúgubre y pesadillesca, cercana formalmente al *film noir*. No volverán a verse secuencias de este estilo en prácticamente ninguna de las siguientes películas de la serie. Y es que, vuelto franquicia, por momentos antropomorfizado, Godzilla perderá su condición de ser amenazante, símbolo de una destrucción tan impersonal como aterradora, dejará de ser una metáfora de la guerra y de la bomba atómica para convertirse en un personaje, con el correspondiente desarrollo de todo un mercado de los más variopintos artículos de consumo. Por eso siempre atacará de día, pues su destrucción merecerá ser mostrada como un espectáculo más[1].

Luego del ataque de la criatura gigante vendrá una serie de visiones sobrecogedoras que también se perderá en films posteriores: la imagen panorámica de la ciudad en ruinas, los hospitales desbordantes de heridos, las mediciones de radioactividad fatal en los sobrevivientes, los niños contemplando el cadáver de sus padres, las evacuaciones organizadas... Crudos retratos de horror propios de algo tan atroz como una guerra.

1 - No por nada la producción de muñecos y figuras de Godzilla comenzará en los 70, cuando los argumentos de las películas se vuelvan cada vez más dirigidos al público infantil..

Godzilla y la ciencia moderna

Un rasgo característico del *kaiju eiga* –heredado, claro está, de la ciencia ficción norteamericana– es la centralidad de la ciencia, tanto en su condición de elemento formal como conceptual. La ciencia torna verosímil lo que acontece ante el espectador, pues lo que ella logra explicar entra en los parámetros de lo posible. En el contexto de este tipo de películas, la incertidumbre que envolvía la investigación atómica permitía especular sobre sus posibles usos y consecuencias.

Hay, sin embargo, una aproximación previa a explicar qué es Godzilla. Se trata de la escena de los habitantes de la Isla Odo, que hablan del monstruo como un ser terrible y misterioso que vivía en el fondo del mar y al que solían calmar con

el sacrificio de mujeres jóvenes. Este aspecto, además de ser un claro homenaje a *King Kong*, dota al saurio de un aspecto mítico. Ese discurso, sin embargo, quedará relegado casi inmediatamente, confinado tácitamente a un lugar pre-científico, cuando el Dr. Yamane brinde su explicación ante las autoridades gubernamentales. Se reproduce así la (falsa) antinomia mito/razón, síntoma del lugar de la ciencia como discurso triunfante de la Modernidad Occidental.

La ciencia redimiéndose a sí misma

Pero hay otro científico en el film, que además cumplirá un rol por entero distinto. Se trata del Dr. Serizawa, investigador "puro", aislado de todo interés que no fuera otro que el perfeccionamiento del conocimiento. Se trata de la ciencia desarrollándose por la ciencia misma, un paradigma por cierto insostenible y que hace años que está descartado, por más de que siga operando en el imaginario colectivo. Esta concepción del pensamiento científico que encarna Serizawa contrasta elípticamente con la ciencia tal y como se presenta en la era atómica. Bien sabida es la vinculación congénita entre la investigación de la energía nuclear y el poder político, cuyo clímax podemos hallar en las bombas atómicas lanzadas en Hiroshima y Nagasaki. El Dr. Serizawa hará un descubrimiento capaz de aniquilar a la criatura, el Oxygen Destroyer. Así Godzilla, metáfora del holocausto nuclear, encuentra su reverso y antídoto en la figura de la ciencia "pura", lo que se completa con la asunción del destino trágico del Dr. Serizawa quien, para que no cayera en manos equivocadas, decide destruir toda su investigación e inmolarse.

Godzilla, entonces, además de presentarse como una metáfora de la guerra, encarna el miedo del hombre ante lo desconocido que puede producir su propio accionar, y una advertencia acerca de las posibles consecuencias de una ciencia despojada de toda ética. Y allí las palabras del Dr. Serizawa coronan esa concepción: "Bombas atómicas vs. bombas atómicas. Bombas H vs. bombas H". Como un científico... No, como un ser humano, añadir otra arma aterradora al arsenal de la humanidad es algo que no puedo permitir".

Godzilla Vs. King Kong, *Película de 1962 dirigida por Ishiro Honda.*

PARA QUE COMPARES Y ELIJAS.

Este programa busca generar previsibilidad, estabilidad y transparencia en el proceso de formación de precios. Los Precios Cuidados, además de ser productos de calidad, son precios de referencia que aseguran márgenes razonables de ganancia y son accesibles para los consumidores. En esta fase, Precios Cuidados llega a más y más argentinos, para que podamos elegir informados.

Más precios cuidados, más marcas líderes, más opciones de productos para vos.

www.precioscuidados.gob.ar Precios Cuidados Oficial @PreciosOficial

INFORMACIÓN Y RECLAMOS 0800.666.1518

COMPROMISO VÁLIDO PARA TODO EL PAÍS. PRODUCTOS PARA CONSUMO FAMILIAR. TODOS LOS PRODUCTOS SON DE INDUSTRIA ARGENTINA.
ACUERDO VÁLIDO POR UN AÑO, SUJETO A REVISIÓN TRIMESTRAL. ALGUNOS PRODUCTOS PUEDEN NO ESTAR DISPONIBLES EN AQUELLOS LOCALES EN QUE NO SE COMERCIALICEN.

ARGENTINA NOS INCLUYE

Presidencia de la Nación

Festival nacional del dato atómico

HISTORIA DEL DESARROLLO NUCLEAR EN ARGENTINA

1948

ISLA HUEMUL, LAGO NAHUEL HUAPI

Kurt Tank recomienda al científico **Ronald Richter** por sus planes de construcción de reactores nucleares a fusión controlada. **Perón** aprueba su propuesta y destina la **Isla Huemul, lago Nahuel Huapi,** para emplazar el laboratorio de trabajo.

1950

CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica)

Se firma el decreto que da origen a la **Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)** para dar soporte administrativo a las actividades del proyecto de fusión nuclear.

1952

ISLA HUEMUL, LAGO NAHUEL HUAPI

Los experimentos de **Richter** son un fraude, y el proyecto de la **Isla Huemul es cancelado.** Pero su personal técnico, sus instalaciones y su colección de instrumentos podrían servir para una escuela de física de nivel internacional; comienza a delinearse el **Instituto de Física de Bariloche.**

1953

CENTRO ATÓMICO EZEIZA (CAE)

92
U
238.0289

CNEA compra una planta de refinación y obtención de uranio metálico para instalar en el **Centro Atómico Ezeiza (CAE),** donde también comienzan las actividades del acelerador de partículas **Phillips del tipo Cockroft–Walton.**

1954

DNEA (Dirección Nacional de Energía Atómica)

Comienzan las actividades de un sincrociclotrón **Phillips** adquirido para la **Dirección Nacional de Energía Atómica (DNEA),** abocada a formar profesionales y técnicos. Supo ser un salto exponencial en la adquisición de equipamiento para la investigación científica.

1955

INSTITUTO DE FÍSICA DE BARILOCHE

Universidad Nacional de Cuyo y CNEA inauguran el **Instituto de Física de Bariloche** (hoy conocido como Instituto Balseiro) con el dictado de la Licenciatura en Física.

Ilustraciones: paula alvarez

1968

LIMA, BUENOS AIRES: ATUCHA I

El Poder Ejecutivo autoriza el acuerdo entre **CNEA** y **Siemens** para la instalación de una central nuclear de **reactor de agua a presión (PWR)**, de 313 MWe de potencia eléctrica en **Lima, Buenos Aires: Atucha I.**

IND. LOCAL

90% OBRA CIVIL | 13% MONTAJE

50% SUMINISTROS ELECTROMECÁNICOS

1970

REACTOR RA-0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

El **reactor RA-0** alcanza criticidad y es puesto en marcha en la **Universidad Nacional de Córdoba**. Fue un reactor de investigación para formar nuevos profesionales en el área.

1966

REACTOR RA-2

CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES (CAC)

El **reactor RA-2 alcanza criticidad** y entra en marcha en el **Centro Atómico Constituyentes (CAC)**. Fue un reactor de ensayo para realizar estudios sobre diseños para un reactor de investigación de mayor envergadura que el RA-1.

1967

REACTOR RA-3

CENTRO ATÓMICO EZEIZA (CAE)

El **reactor RA-3 alcanza criticidad** y entra en marcha en el **Centro Atómico Ezeiza (CAE)**. Su construcción fue estratégica en tanto industria industrializante: expansión de las industrias de base, capacitación tecnológica, investigación científica y técnica, aprovechamiento integral de los recursos naturales.

90% INDUSTRIA LOCAL

1965

MALARGÜE, MENDOZA

YACIMIENTOS HUEMUL Y AGUA BOTADA

PROYECCIÓN 5 AÑOS > 131.200 t DE MINERAL > 160 t

Comienza a funcionar la **planta completa de procesamiento de minerales uraníferos y recuperación selectiva del uranio en Malargüe, Mendoza.** La expectativa de la planta era procesar 131.200 t de mineral y obtener de 160 t de uranio, a partir del material extraído de los yacimientos Huemul y Agua Botada, en una proyección de 5 años. Fue la **primera de su tipo en todo Latinoamérica.**

1958

REACTOR RA-1

CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES (CAC)

El **reactor RA-1 alcanza criticidad** y entra en marcha en el **Centro Atómico Constituyentes (CAC).** Fue el primer reactor nuclear de investigación construido en Latinoamérica. El know-how de este desarrollo fue vendido a la empresa alemana Degussa-Ley-bold y fue la **primera exportación de tecnología nuclear.**

1974

EMBALSE, CÓRDOBA.

PHWR 600 MWe

El Poder Ejecutivo autoriza el acuerdo entre **CNEA, Atomic Energy of Canada Ltd e Italimpianti** para la construcción de una **central nuclear de reactor de agua pesada presurizado (PHWR), de 600 MWe** de potencia eléctrica, en **Embalse, Córdoba.**
La central **Atucha I es conectada a la Red Interconectada Nacional.**

1977

LOS ANDES, CHUBUT.

PLANTA DE TRATAMIENTO MINERAL Y PRODUCCIÓN DE CONCENTRADO DE URANIO

145.000 DE MINERAL › **U** 238,0289 **50** T/ AÑO

Comienza la **carrera de Ingeniería Nuclear en el Instituto Balseiro.**
Inaugura la **planta de tratamiento mineral y producción de concentrado de uranio en Los Andes, Chubut.**
Procesó 145.000 t de mineral de los yacimientos Cóndor y Los Adobes y, 50 t/ año de uranio hasta cerrar en 1981.

1978

CENTRO ATÓMICO EZEIZA (CAE)

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE COBALTO 60

27 **C** 58,93

Inauguración de la **planta de producción de cobalto 60 en el Centro Atómico Ezeiza** (CAE) para proveer a la industria médica nacional.

1979

SAN RAFAEL, MENDOZA

PLANTA DE CONCENTRACIÓN DE URANIO

92 **U** 238,0289

Inauguración de la **planta de concentración de uranio** en el Complejo Minero Fabril San Rafael, Mendoza
CNEA y la Facultad de Ingeniería de la UBA ofrecen los cursos de **posgrado en Ingeniería Nuclear y en Protección Radiológica y Seguridad Nuclear.**

1980

ARROYITO, NEUQUÉN

El Poder Ejecutivo Nacional autoriza el acuerdo entre **CNEA y Sulzer Brothers** para el **desarrollo de una planta industrial de agua pesada (PIAP) en Arroyito, Neuquén**, en un plazo de 48 meses.

1981

ATUCHA II

Comienzan las obras para la Central Nuclear **Atucha II.**

1982

LIMA, BUENOS AIRES **PLANTA EXPERIMENTAL DE AGUA PESADA (PEAP)**

REACTOR RA-6 › CENTRO ATÓMICO BARILOCHE (CAB)

Se inaugura la **Planta Experimental de Agua Pesada (PEAP) en Lima, Buenos Aires**, para obtener la información y la experiencia para diseñar, construir y operar una planta industrial. El proyecto fue desarrollado por **CNEA, CONICET y la Universidad Nacional del Litoral.**
El **reactor RA-6 alcanza criticidad** y es puesto en marcha en el **Centro Atómico Bariloche (CAB)** para satisfacer las necesidades de la carrera de **Ingeniería Nuclear del Instituto Balseiro.**

1989

REACTOR "NUR"

DRARIA, ARGELIA

El **reactor argelino** de investigación **"NUR" alcanza criticidad en Draria, Argelia.** Fue **desarrollado por la empresa INVAP S.**E. en base al modelo del RA-6

1988

REACTOR PERUANO RP-10

CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES DEL PERÚ, HUARANGAL

El **reactor peruano RP-10 alcanza criticidad** y entra en marcha en el **Centro de Investigaciones Nucleares del Perú en Huarangal.** Todo esto fue **desarrollado por CNEA.**

DESARROLLADO CNRA

1990

REACTOR RA-3

CENTRO ATÓMICO EZEIZA (CAE)

Reinauguración del reactor de investigación y producción **RA-3 del Centro Atómico Ezeiza** con un **núcleo** de elementos combustibles de bajo enriquecimiento diseñado y **construido por la CNEA.**

1986

ACELERADOR DE IONES PESADOS TANDAR

CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES

Inaugura el acelerador de iones pesados TANDAR (TANDem ARgentino) de **20.000.000 de voltios, en el Centro Atómico Constituyentes,** para la investigación básica. Fue la **primera incursión de la física experimental argentina en la big science** por el costo, la organización y coordinación de las capacidades –técnicas, administrativas, ingenieriles y científicas- necesarias, las conexiones políticas requeridas y la relación entre científicos y militares necesarias para ejecutar el proyecto.

1983

CENTRAL NUCLEAR EMBALSE EN EMBALSE, CÓRDOBA.

COMPLEJO TECNOLÓGICO PILCANIYEU, RÍO NEGRO.

Ocurre el **primer accidente nuclear,** producto de una falla humana preparando el **reactor RA-2** para un experimento. El operador técnico recibió 2000 rads de radiación Gamma y 1700 rads de neutrones en 70 milisegundos. Falleció dos días después.

Inaugura la Central Nuclear Embalse en Embalse, Córdoba.

El presidente de **CNEA** anuncia públicamente que se ha alcanzado el **dominio de la tecnología para enriquecer uranio.** El proyecto fue desarrollado en secreto desde 1978 en el **Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, Río Negro.** Ese mismo año, EE UU había cortado la provisión de uranio para los reactores argentinos en forma inesperada, justo cuando el país iniciaba la exportación de reactores.

92 U 238,0289

1994

CICLOTRÓN DE PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS

CENTRO ATÓMICO EZEIZA (CAE)

Comienza a funcionar el **ciclotrón de producción de radioisótopos, en el Centro Atómico Ezeiza**

1993

ARROYITO, NEUQUÉN

PLANTA INDUSTRIAL DE AGUA PESADA (PIAP)

Inauguración de la **Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP)** para las centrales nucleares de uranio natural en **Arroyito, Neuquén.**

92 U 238,0289

1995

El país adhiere al Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (TNP), abierto a la firma desde 1968.

1997

COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

Se **detiene** la producción de concentrado de uranio en el **Complejo Minero Fabril San Rafael.** El **uranio empieza a importarse.**

92 U 238,0289

1996

COMPLEJO TECNOLÓGICO PILCANIYEU, RÍO NEGRO.

Detienen las actividades de enriquecimiento de **uranio,** en el **Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.**

2002

RADIOISÓTOPO ESTRONCIO 90

RADIOISÓTOPO MOLIBDENO 99

Logran separar y purificar el **radioisótopo estroncio 90 por fisión.** Tiene importantes aplicaciones en medicina e industria. Además comienza la **producción regular del radioisótopo molibdeno 99 por fisión.**

2006

El Poder Ejecutivo Nacional anuncia el **Plan de Reactivación Nuclear.** Sus ejes son la generación masiva de energía nucleoeléctrica y las aplicaciones en la salud pública y en la industria.

ESTABLECE **7** OBJETIVOS

1. Finalizar la planta **Atucha II,** casi 30 años después de comenzada la obra.
2. **Investigar** la viabilidad de la construcción de una **nueva planta nuclear.**
3. **Extender la vida útil de la planta Embalse,** que originalmente finalizaría en 2011.
4. Construir un **prototipo de reactor CAREM,** una planta nuclear de baja potencia de cuarta generación.
5. **Reactivar la planta industrial de agua pesada (PIAP) de Arroyito.**
6. **Reanudar** las actividades de **enriquecimiento de uranio en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.**
7. **Otorgar radioisótopos a hospitales públicos** en forma gratuita.

2011

ATUCHA II

El Poder Ejecutivo Nacional inaugura la **central Atucha II.**

2014

CAREM 25

CENTRO ATÓMICO BARILOCHE (CAB).

Comienzan las **obras civiles para el montaje de la Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM 25)**. Es un tipo de reactor con gran proyección para el abastecimiento eléctrico de zonas alejadas de los grandes centros urbanos o polos fabriles con alto consumo de energía.
Se dará inicio a la **construcción del reactor multipropósito RA-10 en el Centro Atómico Bariloche (CAB).**

2010

COMPLEJO TECNOLÓGICO PILCANIYEU.

El **Poder Ejecutivo Nacional** reimpulsa oficialmente las **actividades de enriquecimiento de uranio**, con la readecuación de los sistemas de monitoreo, protección radiológica, y nuevas medidas de salvaguardias de material radiactivo, **dentro del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.**

92
U
238.0289

2009

REACTOR RA-6

El **reactor RA-6 alcanza criticidad** con una nueva configuración del núcleo, que **utiliza combustibles de siliciuro de uranio de bajo enriquecimiento.**

92
U
238.0289

2007

CENTRAL EMBALSE

Comienza el **Proyecto de Extensión de Vida de la Central Embalse** con los estudios de factibilidad y envejecimiento de los sistemas.

Esto pasa por dejar la puerta abierta del microondas.

Fuego Nuclear

por juan f. ruocco

¿Alguna vez la humanidad estuvo cerca de un holocausto termonuclear o esa posibilidad simplemente perteneció al reino de la ficción? Herr direktor analiza la Guerra Fría explicando las doctrinas que la sustentaron y contabilizando los ítems del arsenal apocalíptico que nos tuvo con el culo en la pared.

"Y los reunió en el lugar que en hebreo se llama Armagedón. El séptimo ángel derramó su copa por el aire; y salió una gran voz del templo del cielo, del trono, diciendo: Hecho está. Entonces hubo relámpagos y voces y truenos, y un gran temblor de tierra, un terremoto tan grande, cual no lo hubo jamás desde que los hombres han estado sobre la tierra."

Apocalipsis 16:17 -18

Terminator y yo

Primera escena: la ciudad de Los Ángeles en un día cualquiera. Luego, una fuerte luz que abarca todo. Funde a blanco. Cuando aparece de nuevo la imagen vemos la misma ciudad arrasada por la destrucción total. Pilas de esqueletos humanos por todos lados, autos quemados, edificios destruidos, autopistas derrumbadas.

De repente, un pie metálico aplasta un cráneo humano que yace sobre un pila de huesos incinerados. La cámara panea hacia arriba y aparece él, el esqueleto metálico con pupilas rojas y un arma de rayos láser que dispara para todos lados. Mira a cámara. La voz en off de Sarah Connor dice:

"Tres mil millones de vidas humanas se apagaron el 29 de agosto de 1997. Los sobrevivientes del fuego nuclear llamaron a la guerra *El Día del Juicio Final*. Sólo vivieron para hacer frente a otra pesadilla... la guerra contra las máquinas."

Luego siguen las imágenes del combate entre hombres y robots en ese mundo post-apocalíptico, un seguimiento a John Connor adulto como jefe de la resistencia humana y los títulos. Los títulos en llamas y quizá la mejor imagen de toda la película: unos juegos de una plaza en llamas mientras todo alrededor arde por el fuego nuclear. FUEGO NUCLEAR. El resto de la película ya la conocen y si no, mueranse. No, no se mueran. Dejen esta revista de mierda y vayan a verla ya mismo.

Tomé conciencia de que el mundo podía destruirse completamente a los cinco años. O a los seis. El responsable, *Terminator II: El día del juicio final*. Mi viejo, a quien ya mencioné en alguna ocasión anterior, es un partidario incondicional de las películas TPP que, como oportunamente señaló mi amigo Tomás Russo, pertenecen a un género de películas con tres rasgos distintivos: Tiros, Patadas y Piñas.

Nagasaki, dos meses después del bombardeo nuclear.

Alguna vez alguien va a tener que estudiar por qué los varones adultos mayores de 30 años ejerciendo la paternidad en plenas funciones son tan atraídos por este género. Esta hipótesis no está basada meramente en observar a mi viejo. Es un tema que vengo siguiendo hace rato y consulté a varios amigos que me confirmaron la sospecha. Puede variar un poco el héroe favorito, pero al menos en mi grupo de amigos no hay un sólo padre que no sea un fiel consumidor de películas de Jean-Claude Van Damme, Sylvester Stallone, Chuck Norris, Arnold Schwarzenegger, Bruce Willis, Steven Seagal o Mel Gibson. Incluso uno puede detectar hasta ciertas tendencias preferenciales dentro de esta tríada. Por ejemplo, uno al que le gusta Chuck Norris y Van Damme, claramente es un padre con más atracción por el eje Piña-Patada que por los tiros. En cambio uno que se inclina por Arnold y Bruce Willis sería más del eje Tiro-Piñas.

Como sea, mi viejo me hizo ver *Terminator II* a los cinco años. La película se estrenó en el 91 y un año después llegó al videoclub del barrio. En ese entonces, las cintas tardaban un año en pasar del rollo de 35mm a un VHS. Suena prehistórico pero no fue hace tanto. Bueno sí, fue hace 22 años. Pero no quiero ponerme a pensar en eso porque me siento viejo.

Ahora bien, mi madre estaba en contra de que sus hijos pequeños fueran expuestos a la violencia de las películas de acción. Un sábado del año 92, aprovechando que mi madre no estaba en casa y con la orden explícita de mi viejo de "no le digan a mamá que vieron esta película", nos sentamos a ver el film ya citado.

En detrimento del temor de mi madre, no fueron las grotescas escenas de violencia las que me impactaron. No fue Arnold cortándose la piel del brazo y arrancándosela para mostrar su esqueleto metálico al incrédulo matrimonio Dyson. Tampoco fue el brazo del T-1000 (travestido en madre sustituta) transformado en arma punzocortante para empalar la cabeza del padre adoptivo de John Connor. No, señor. Ni las escenas de tiros, piñas, explosiones, mutilaciones ni cosas por el estilo. Fueron los primeros tres minutos de película y los títulos lo que más cagazo me dieron. Cagazo, vértigo, algo de eso. Miedo o ganas de que realmente sucediera.

Ni bien terminó la película de James Cameron, me invadió una angustia existencial que pocas veces volví a sentir (sólo experimenté algo parecido muchos años después, cuando ví el capítulo de *Pokémon* en el que Ash pierde la Pokeliga; una congoja terrible peor que perder la final del mundo). *Terminator* me dejó con una idea fija: apocalipsis nuclear. Durante muchos años pensé que dicho destino era inexorable. Incluso, cómo sería posible mi vida en un mundo destruído por un holocausto nuclear. Pero pasó el tiempo, me salieron pelos en las bolas y del apocalipsis ni noticia ¿Estuvimos alguna vez cerca de un evento de estas características o simplemente perteneció al reino de la ficción?

Camino al Armagedón

El 16 de julio de 1945 a las 05:29:21 (+/- 2 seg.)[1], en el marco del famosísimo Proyecto Manhattan, nació *Trinity*. Por primera vez en la historia, un artefacto nuclear explotaba sobre la superficie terrestre. Liberó una cantidad de energía cercana a los 20 kilotones[2] y causó una explosión similar a 20.000 toneladas de TNT. Hasta entonces, el récord unitario de poder destructivo lo tenía la bomba británica *Grand Slam* (¡qué buenos nombres ponen los británicos!) compuesta de 10 toneladas de TNT. El cambio de escala destructiva cambiaba por completo la estrategia de la guerra a nivel mundial y daba comienzo a la era de la destrucción masiva.

Sin embargo, la existencia de las bombas nucleares no sería de público conocimiento hasta el seis de agosto de 1945, cuando a las 8:15 am el bombardero americano Enola Gay soltó a *Little Boy* en la ciudad de Hiroshima. 140.000 personas fueron consumidas por el fuego nuclear. Tres días después, el nueve de agosto, el bombardero B-29 *Bockscar* lanzó a *Fat Man*, un artefacto de similares características que *Trinity*, sobre la ciudad de Nagasaki[1]. 80.000 personas ardieron víctimas de la radiación. El 15 de agosto de ese mismo año, Japón se rindió incondicionalmente frente a los Aliados. De esta forma, Estados Unidos clausuró la Segunda Guerra Mundial y le avisó a sus amigos y enemigos que nacía un nuevo orden mundial que lo tenía como actor principal.

Si bien podemos afirmar tranquilamente que la Guerra Fría comenzó el mismo día que terminó la Segunda Guerra Mundial, la posibilidad de una teórica destrucción de escala global no apareció hasta cuatro años después. El 29 de agosto de 1949, cerca de las siete de la mañana en Semipalatinsk, Kazajistán, la Unión Soviética detonó el RDS-1 o *Primer relámpago*, nombres en clave de su primera bomba atómica[4] que liberó 22 kilotones de potencia sobre la superficie terrestre. Consumado este hecho, la Guerra Fría entraba en una nueva fase. La competencia soviética volvía a redefinir las relaciones de poder entre ambas naciones y las ponía, de nuevo, en cierto equilibrio.

En 1952 EUA y en 1953 la URSS, desarrollaron una nueva generación de arma atómica, la bomba termonuclear. Su poder destructivo superaba ampliamente el de las explosiones de Hiroshima y Nagasaki, llegando a producir detonaciones en el orden de los megatones[5]. Desde entonces la mayoría de las ojivas nucleares -también conocidas como bombas estratégicas- serían de esta clase.

La RDS-220 o bomba *Tzar*, detonada por la URSS en una prueba el 30 de octubre de 1961 en el archipiélago ruso de Nueva Zembla es el artefacto con mayor potencia jamás detonado por el hombre. Alcanzó los 50 megatones, lo que equivale a 57 millones de toneladas de TNT. Para darnos una idea de su poder destructor, esta bomba podría eliminar por completo la ciudad de Buenos Aires y La Plata con una sola detonación.

Origen	*Año*	*Nombre*	*Potencia*
Gran Bretaña	1943	Grand Slam	10 tn.
E.E.U.U.	1945	Trinity	20 Ktn.
URSS	1949	Primer Relampago	22 Ktn.
URSS	1961	Tzar	50 Mtn.

1 - Wikipedia. Prueba Trinity.
2 - Un kilotón (kt) o kilotonelada es una unidad de masa que equivale a mil toneladas. También se la conoce como equivalente de TNT. De esta forma, un kilotón de TNT libera 4,184×1012 Joules de energía.
3 - Wikipedia. Fat Man.
4 - Wikipedia. RDS-1.
5 - Un Megatón equivale a mil Kilotones.

MAD (Mutual Assured Destruction)

El 12 de enero del año 1954 John Foster Dulles, Secretario de Defensa del Presidente Dwight D. Eisenhower, expuso en un discurso la doctrina oficial detrás de la estrategia de uso de armas nucleares, que fue conocida bajo el nombre de Massive Retaliation o Represalia Masiva. La doctrina sencillamente consiste en que ante cualquier ataque por parte de fuerzas convencionales soviéticas o pro-soviéticas, tanto a EUA como sus aliados responderían con un ataque nuclear total.

Esta elaboración funcionaba bajo el supuesto de desalentar un ataque soviético, basado en el temor que tenía EUA a la superioridad de fuerzas convencionales que exhibía el Estado comunista. Sería la primera de una serie de posiciones que adoptaría EUA respecto del uso de armas nucleares a lo largo de la Guerra Fría.

Bien entrada la década del 60 la doctrina de Massive Retaliation fue reemplazada por una nueva forma de comprender la guerra termonuclear desarrollada en uno de los *think tank* más importantes de la época, la corporación RAND (del inglés Research and Development).

Prueba nuclear en el atolón de Mururoa, Polinesia francesa. 3 de Julio de 1970.

Desde 1945 el arsenal nuclear de EUA estaba bajo el comando de la Fuerza Aérea. La corporación RAND había sido creada como su área de investigación. Y a pesar de marcar el pulso político del momento, no estaba integrada por diplomáticos o militares, sino que la formación de sus miembros tenía un fuerte componente académico-científico. Matemáticos, físicos, ingenieros, así como también investigadores del campo de la Lógica y expertos en Ciencia Política componían sus filas.

La doctrina que elaboraron algunos de los investigadores de RAND recibió el nombre de MAD, Mutual Assured Destruction o Destrucción Mutua Asegurada. Se atribuye el origen del acrónimo MAD al científico húngaro-americano Otto von Neumann, quien había participado en el Proyecto Manhattan y en la construcción de la bomba de Hidrógeno[6] como encargado de los cálculos matemáticos de las detonaciones. Sin embargo, quien realizó un trabajo más significativo fue Herman Khan con su libro *On Thermonuclear War* o *Sobre la Guerra Termonuclear*, una obra monumental de 1200 páginas en las cuales el autor intenta analizar de la forma más realista posible una hipotética guerra termonuclear, cómo se la podría evitar, cómo se la podría ganar, cuál sería su costo económico, si la destrucción fuese definitiva, etc.

Pese a su intención original más bien analítica, el libro fue interpretado como una prospectiva y un par de sus ideas serían posteriormente utilizadas en toda la guerra y funcionarían como pilares para entender la confrontación entre ambos bandos. En este mismo libro Khan utiliza el famoso -o infame, según cómo se lo mire- argumento de la *doomsday machine* o máquina del fin del mundo.

Para ilustrar el concepto de destrucción mutua asegurada, básicamente Khan propone pensar en una máquina hipotética que al detectar un ataque nuclear en territorio norteamericano se activara y destruyera el planeta. Dicho artefacto tendría en sí mismo la capacidad de desalentar cualquier ataque, ya que sería la muestra efectiva y cabal de que una guerra termonuclear implicaría un suicidio.

Esta nueva doctrina fue sin duda la responsable de cristalizar el temor popular a un exterminio masivo de la humanidad y la civilización. Si bien el miedo de una extinción o un apocalipsis nuclear existió desde Hiroshima, la aparición de la idea de destrucción mutua asegurada forjó en el sentido común la creencia de que la destrucción del mundo pendía de pulsar -o no- un/el botón rojo.

La idea de MAD quedaría popularizada tal y como la expresó Robert McNamara[7], Secretario de Defensa de Kennedy, en un discurso de 1967 en la ciudad de San Francisco que fue para alquilar balcones:

"El ser humano ya lleva 20 años viviendo en lo que hemos de llamar la Era Atómica. Lo que a veces podemos ver más allá del presente es que cualquier era futura de la humanidad será una Era Atómica, y que si el hombre va a tener algún tipo de futuro, será bajo la sombra de la permanente posibilidad de un holocausto termonuclear. Sobre este hecho no cabe duda alguna. Nuestra libertad en este tema consiste en enfrentar el asunto de manera racional y realista y discutir las acciones que minimicen el peligro.

Debo empezar con definiciones precisas. La piedra fundamental de nuestra política estratégica seguirá siendo desalentar un ataque nuclear sobre Estados Unidos o nuestros aliados. Nosotros hacemos esto manteniendo una altísima y fehaciente habilidad de inflingir un daño inaceptable sobre un solo agresor o cualquier cantidad de agresores durante cualquier momento del curso de un intercambio nuclear estratégico. Incluso, después de absorber un sorpresivo primer golpe. Esto puede ser definido como nuestra *capacidad de destrucción asegurada*.

Es importante de entender que esa destrucción asegurada es la mismísima esencia de todo el concepto de disuasión. Nosotros debemos poseer una real capacidad de destrucción asegurada, y esa capacidad tiene que ser, también, creíble. El punto es que un potencial agresor debe creer que nuestra capacidad de destrucción asegurada es de hecho real, y que nuestra voluntad de usarla en represalia a un ataque es inquebrantable.

La conclusión entonces, es clara: si los Estados Unidos quieren desalentar un ataque nuclear sobre su propio territorio o el de sus aliados, tiene que poseer una capacidad real y creíble de destrucción asegurada".

La idea de destrucción mutua asegurada fue una estrategia disuasiva, basada en la idea de que tener un enorme arsenal nuclear que garantice la destrucción de el o los enemigos en CUALQUIER escenario, era suficiente para desalentar un intento de ataque nuclear. Por lo tanto el arsenal tenía que tener las dimensiones necesarias y sobre todo, las armas necesarias.

Para entender cómo funcionaba esta estrategia hay que analizar el concepto de *first strike* (FS) o primer golpe. Indica la posibilidad de que alguna potencia nuclear -léase la URSS-, ataque sorpresivamente todas las instalaciones estratégicas de EUA (depósitos de armas nucleares, silos de misiles balísticos intercontinentales y bombarderos) y/o sus principales ciudades. En caso de un FS sorpresivo, la estrategia MAD apunta a tener capacidad real de retaliación. Léase, aún bajo un FS sorpresivo tener la potencia para atacar TODAS las instalaciones estratégicas del enemigo, todas las ciudades principales y toda la infraestructura. Es decir, poder absorber un FS y aún así hacer concha al enemigo. O sea, tener capacidad de lo que se llama *second strike* o segundo golpe. Esto es lo que McNamara sintetiza como capacidad de destrucción asegurada.

Por lo tanto, aún si el enemigo tuviese una posición privilegiada en el intercambio termonuclear -es decir, la sorpresa de un primer ataque-, posteriormente vería su posición completa-

mente comprometida. Su país destruído, su fuerza estratégica exterminada y su población diezmada en millones. La idea fundamental del libro de Khan es que si EUA desarrollase la preparación necesaria para actuar en este escenario, no habría poder sobre la Tierra que se atrevería a atacar.

A esta altura, seguramente ya se hayan dado cuenta de que este argumento fue precisamente el satirizado por Stanley Kubrick en su monumental película *Dr. Strangelove*. Que si bien funciona cagándose de risa de todo el sistema creado alrededor de los arsenales nucleares para su manejo e incluso de la Doomsday Machine de Khan, ilustra muy bien la efectividad del argumento de este en favor del detrimento de la posibilidad de una guerra termonuclear.

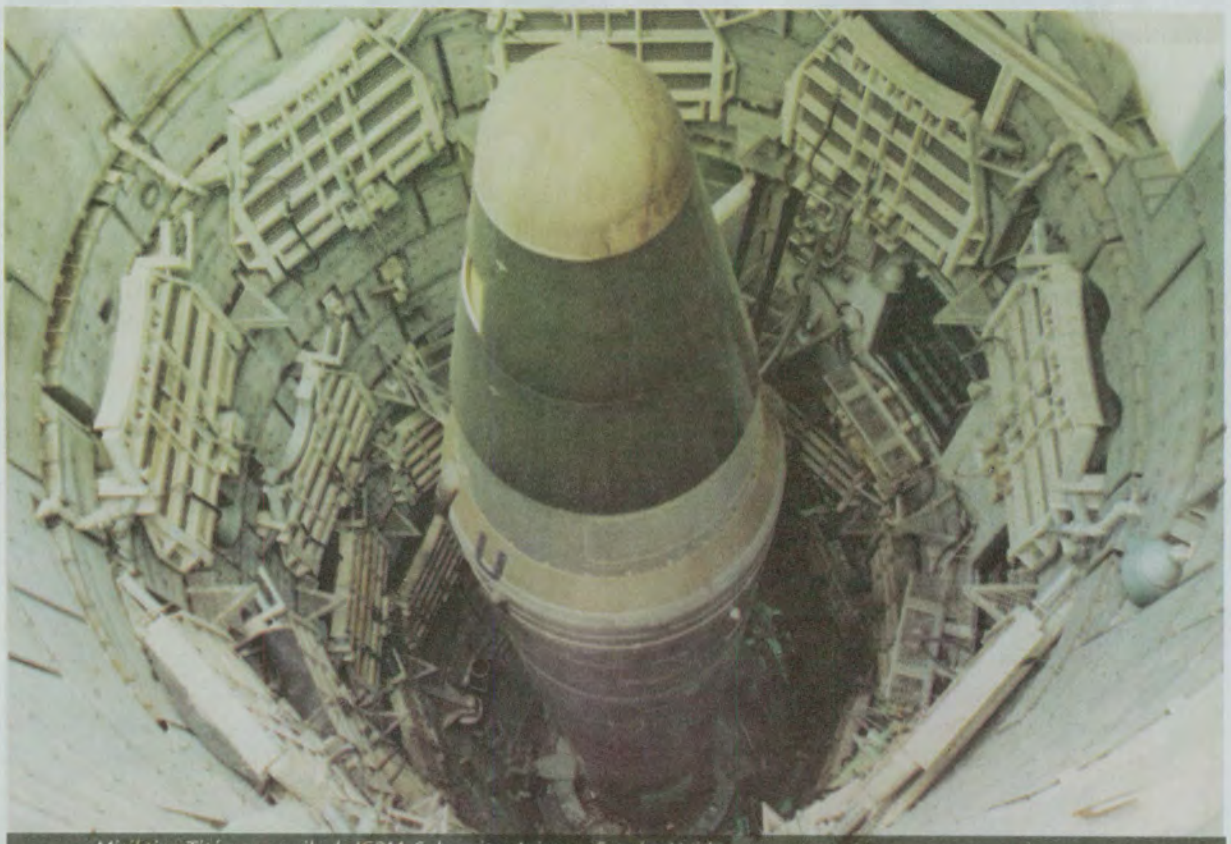
6 - Princeton Companion, von Neumann. En linea en http://etcweb.princeton.edu
7- McNamara, Robert. "Mutual Deterrence" (Speech). San Francisco. September 18, 1967.

Bombas y vectores

Así, para poder darle curso real a la estrategia MAD había que tener en cuenta dos factores cruciales. En primer lugar, la cantidad de ojivas nucleares necesarias para poder constituir una amenaza del tipo que mencionamos arriba. Y en segundo lugar, el problema de llevar esas bombas u ojivas a sus respectivos objetivos. A esto lo llamaremos el problema de los vectores, cómo o en qué transportar una bomba del punto A al punto B.

La estrategia MAD se sustenta en una tríada de vectores, que podemos llamar el tridente apocalíptico. Está conformado por:

- Bombarderos estratégicos
- Misiles Balísticos Intercontinentales (ICBM)
- Submarinos Nucleares



Misil tipo Titán en un silo de ICBM. Sahuarita, Arizona, Estados Unidos.

Bombardero estratégico B-52 A.K.A Big Ugly Fat Fucker.

Bombarderos estratégicos

Vayamos por partes. Un bombardero estratégico es un avión. Pero no uno cualquiera. Es un avión de guerra. Es un avión de guerra con capacidad para cargar mucho peso. Es un avión de guerra con capacidad para cargar mucho peso y recorrer distancias enormes ¿Y por qué estratégico? Bueno, porque viene de la distinción entre estratégico y táctico. Un bombardero táctico está diseñado para atacar objetivos en el campo de batalla (lo que también se conoce como un teatro de operaciones acotado). Por ejemplo, bombardear tanques, piezas de artillería o a la infantería enemiga. En cambio, el bombardero estratégico está diseñado para bombardear ciudades, puentes, fábricas, hangares y otros objetivos similares fuera del campo de batalla. La mayoría en territorio enemigo y de importancia vital para sus operaciones.

Son aviones muy complejos de desarrollar y muy caros de mantener. Por eso actualmente sólo cinco países cuentan con este tipo de avión entre sus fuerzas armadas. China, Estados Unidos, Rusia, Gran Bretaña y Francia son los únicos que tienen estos aviones en servicio. Por si no lo notaron también son los únicos cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad de la ONU. Los únicos que también tienen capacidad de veto.

Por nombrar algunos de los más conocidos y significativos, podemos poner el Convair B-36 y el Boeing B-52 norteamericanos. El Convair B-36 *Peacemeaker* fue el rey de los aviones a hélice. Con una envergadura insuperable de 70 metros de ala, 16.000 kilómetros de autonomía y una capacidad de carga de 33 toneladas, llevó el terror a cada espacio aéreo en los que incursionó hasta que salió de servicio. Por su lado, el Boeing B-52 *Stratofortress* ya es casi una pieza de cultura pop a raíz de sus

incontables apariciones en el cine. Posiblemente cada vez que usted vea un bombardero en una película sea un Boeing B-52. Con más de 50 años de servicio es llamado por quienes los operan BUFF, *Big Ugly Fly Fucker*. Alcanza una velocidad de hasta 1.000 km/h, tiene un radio de combate de 7.200 km y puede cargar 31,5 toneladas de armamento. Del bando ruso podemos nombrar al emblemático *Tupolev* Tu- 40 que fue el primer bombardero nuclear soviético, usado para lanzar el RDS-1.

Misiles balísticos

Volvamos un segundo a *Terminator*. La tercera entrega es una película horrible por donde se la mire, realmente una verga. Sin embargo, en la última escena se ve cómo Skynet ya consciente de sí misma y con todos los sistemas de armas de EUA bajo su control lanza un ataque masivo contra Rusia. Es una escena hermosa. Un granero en el medio de un campo típicamente americano. De pronto detrás del granero y sobre la línea de un horizonte vemos despegar un misil. Luego otro, otro más, y otro. Luego vemos una detonación sobre un campo. Luego una toma desde fuera del planeta Tierra donde vemos a todos los misiles cumpliendo sus trayectorias e impactando en diferentes lugares del planeta. Esta sinfonía de exterminio nuclear justifica tremenda bazofia de película.

Bueno, esos cohetes que vuelan libremente por todo el cielo terrestre son los mencionados misiles balísticos intercontinentales (ICBM, por su sigla en inglés). Son propiamente el invento fundamental de la Guerra Fría y solamente Rusia y Estados Unidos los desarrollaron con la precisión necesaria para utilizarlos como armas de guerra. Se desarrollaron casi estrictamente para cargar ojivas nucleares, que como ya dijimos, son bombas atómicas pero con la capacidad de ser montadas en un misil.

La mayoría de la bombas construidas en la Guerra Fría fueron ojivas nucleares y tienen un antecedente directo en la investigación de Wernher von Braun, científico de origen alemán que diseñó las bombas V-1 y V-2 para la Alemania Nazi. También desarrolló un cohete de la misma familia que el V-2 denominado V9/10 que tenía por objetivo atacar ciudades norteamericanas. Si bien se llegó a probar no se llegó a construir antes de la caída del gobierno Nazi. Luego von Braun emigró a los Estados Unidos y allí dedicó su vida a la construcción de cohetes. Primero para el ejército, donde desarrolló los misiles de mediano alcance -precursores de los ICBM-, y luego fue cooptado por la NASA, donde desarrolló el Saturno V -cohete que llevó al hombre a la Luna-.

Actualmente Estados Unidos, Rusia, China y recientemente India son los países que cuentan con ICBM en su arsenal. En 2008 Israel anunció la entrada en servicio del *Jericho III*, un misil balístico con capacidad nuclear. Pero dado que Israel jamás hizo oficial su tenencia de armas nucleares el estatus de este misil es confuso. Igualmente tiene un alcance que le permitiría impactar Norte y Sud América, Oceanía, Europa y Asia. Lindo chiche.

Así, la denominación de intercontinental aparece por la distinción del rango de alcance del misil: aquellos que superan los 5.500 km de alcance entran en esta categoría. Actualmente EUA tiene en servicio 200 LGM-30 *Minuteman*, que ostentan el récord de rango de alcance con 13.000 km. Los produce la Boeing con un costo de 8 millones de dólares, pueden alcanzar una velocidad de Match 24 y cargan hasta 3 ojivas de entre 300 y 500 kilotones. Mención de honor para el LGM-118A *Peacekeeper*, uno de los primeros ICMB norteamericanos, por el nombre increíble y por ser de los que más se fabricaron en su época. Sí, chicos. Bienvenidos al mundo real: la Boeing no hizo su fortuna vendiendo aviones para vuelos comerciales.

Por su parte, Rusia cuenta entre otros con el RS-24, que viaja Match 20, tiene capacidad para 3-4 cabezas nucleares de 100-300 kilotones, y un alcance máximo de 12.000 km. También tiene operacionales entre 50 y 100 R-36M, cuya denominación en Occidente es *SS-Satán*, introducidos a las fuerzas ex-soviéticas en 1974 y que pueden cargar una cabeza termonuclear de 18-25 Megatones o 10 de 0,75-1 Megatones

Submarinos nucleares con misiles balísticos

El tercer vector del tridente de la muerte son los submarinos nucleares, que no hay que confundir las armas nucleares con la propulsión nuclear. Los submarinos nucleares se distinguen de los submarinos convencionales por el tipo de propulsión. Mientras que uno convencional quema diesel para moverse, un submarino nuclear utiliza un pequeño reactor para impulsarse y mantener sus sistemas funcionando. Esta ventaja le otorga una autonomía casi infinita, que sólo se acota por la cantidad de provisiones alimenticias para la tripulación. Esta capacidad de evitar la superficie por tiempos prolongados es lo que los vuelve potencialmente letales.

Además de estar propulsados por energía nuclear, los submarinos nucleares portan misiles balísticos con cabezas nucleares. Silenciosos y letales como los pedos sin ruido. Para mencionar un ejemplo, los rusos desarrollaron en la Guerra Fría el proyecto 941 *Akula* (tiburón en ruso), denominación OTAN *Typhoon*. Es el submarino más grande jamás construído, con 175 metros de largo, DOS reactores nucleares y capacidad para 20 misiles balísiticos R-39, cada uno con un alcance de 8.400 kilómetros.

En la actualidad los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad cuentan con submarinos de este tipo, más la República de la India, que tiene una hermosa tradición de nomenclar su armamento nuclear con nombres religiosos. Por ejemplo, la primera detonación atómica del país llevó el nombre de *Smiling Buddah* y el primer submarino nuclear que tuvo que recibió de Rusia se llamó *Chakra*. Jodones los pibes (?)

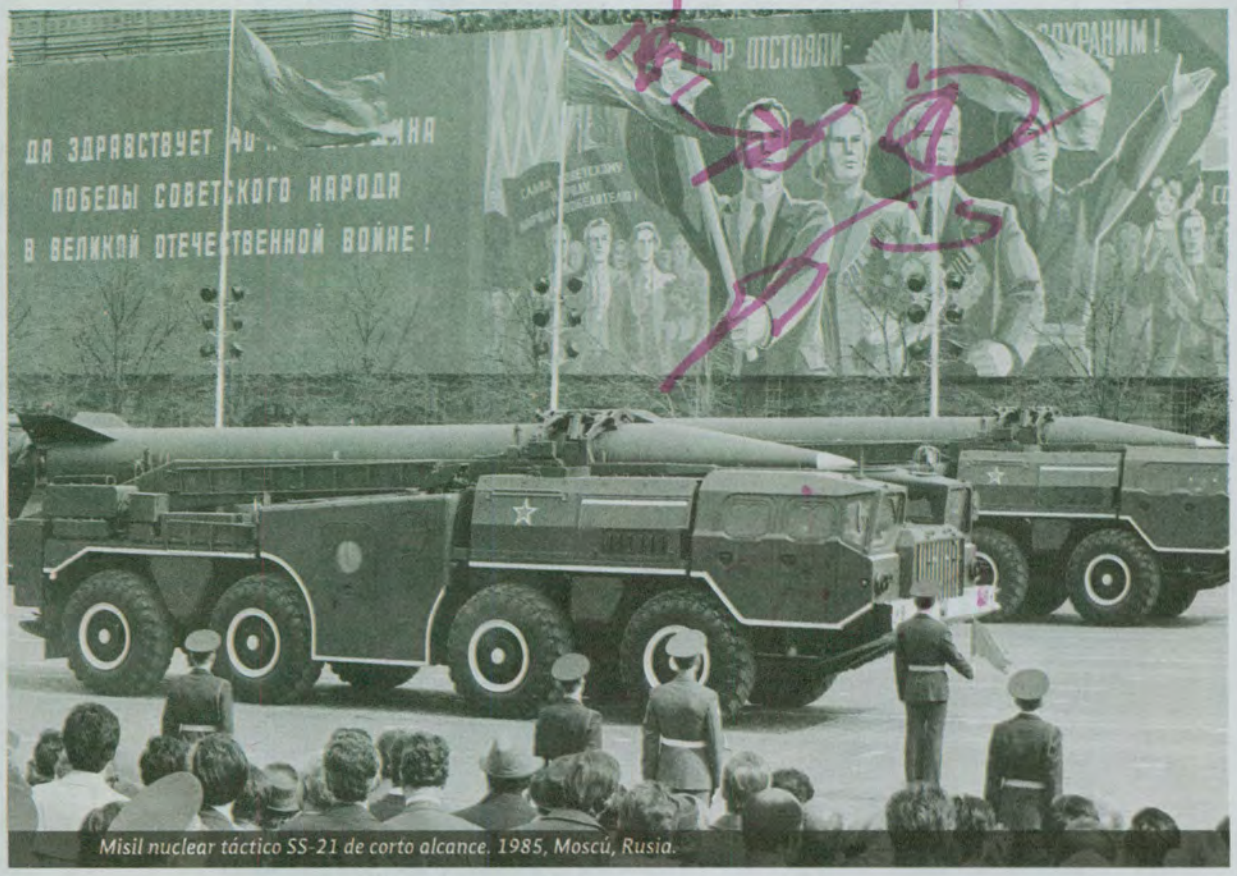
Constituidos los tres picos del tridente, la estrategia MAD cobra sentido. Cualquiera sea el escenario, la conjunción de bombarderos, ICBM y submarinos nucleares, garantiza la capacidad de absorber un *first strike* y aún tener la suficiente capacidad de recursos para lanzar un ataque devastador sobre el enemigo, o sea, un *second strike*. Ningún ataque podría destruir de un solo golpe todas las fuerzas del tridente.

Contabilizando el arsenal

Según un informe del Natural Resources Defence Council[8] para el año 1967 EUA alcanzó su pico máximo de cantidad de ojivas nucleares con 32.500. Desde entonces comenzó una baja en su arsenal que producto de diferentes tratados firmados con la ex-URSS como el SALT I, el SALT II y los START I y II, llegó a los niveles actuales donde tiene 2.468 operacionales, 2.600 en reserva y entre 3.500 y 4.5000 fuera de servicio y esperando a ser desmanteladas.

Por su parte, Rusia llegó a un pico máximo de 45.000 cabezas en 1986. Desde entonces inició un baja muy pronunciada. No hace falta mencionar que la caída del muro fue un hecho clave para esto, así como la firma de los tratados con EUA. Todavía tiene 2.430 ojivas en servicio y 2.000 no-estratégicas para usos potenciales en bombardeos o sistemas de defensa. Por último, tiene 5.000 esperando ser desmanteladas y fuera de servicio.

Estados Unidos llegó a producir 77.000 armas nucleares entre bombas, ojivas y la mar en coche entre 1945 y 1995. En el mismo período la Unión Soviética alcanzó el número nada despreciable de 55.000.



Misil nuclear táctico SS-21 de corto alcance. 1985, Moscú, Rusia.

EUA produjo más armas nucleares que todos los otros países del mundo juntos. Gastó en 50 años la suma de u$s 4.000.000.000.000 (cuatro billones) de dólares. Lo que representa un tercio del gasto total militar norteamericano desde la Segunda Guerra Mundial.

8 - Natural Resources Defense Council INC. Nuclear Program. The Arsenal of the Nuclear Weapons Powers: an overview. *1996, January 4.*

El diario del lunes

La Guerra Fría terminó. El holocausto nuclear, el Armagedón -o Apocalipsis- nunca sucedió. Pese a haber sido reemplazada por otras doctrinas, la efectividad de la doctrina MAD puede ser medida por sus efectos. Más allá a los picos de tensión de la Guerra Fría, como fue por ejemplo la Crisis de los Misiles Cubanos en 1962, la guerra termonuclear jamás sucedió. La efectividad de la doctrina estratégica de disuasión quedó probada.

Un grupo del departamento de defensa de EUA elaboró en 1995 un informe llamado *Esencia de la disuasión después de la Guerra Fría* , donde se define la disuasión como algo más que una teoría, una doctrina, un concepto o una estrategia. La define como un proceso activo que va más allá de lo racional, que debe afectar tanto la mente como las emociones de un adversario y que debe evolucionar a medida que los líderes tanto de EUA como de otras naciones cambian.

Así queda claro que, pese a que las armas y estrategias definieron gran parte de la contienda de la Guerra Fría[9], en última instancia la decisión de entrar o no en una guerra termonuclear depende de los hombres, y mientras exista la capacidad de disuadir a las personas que toman la decisión de hacerlo el futuro de la humanidad es una empresa viable, pese a que todavía vivamos encima de 20.000 cabezas nucleares.

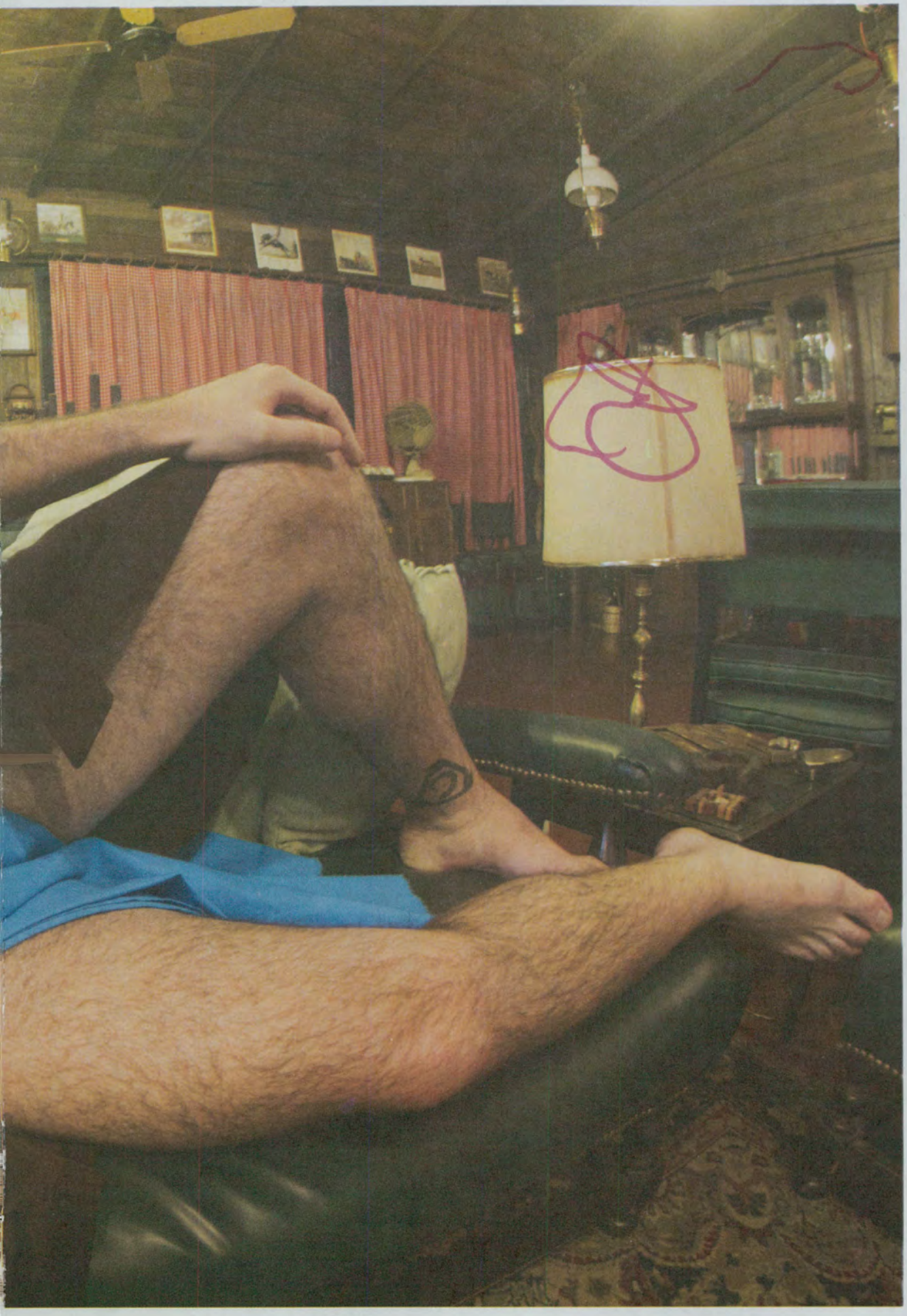
Gracias Herman Khan, John y Sarah Connor te lo agradecen.

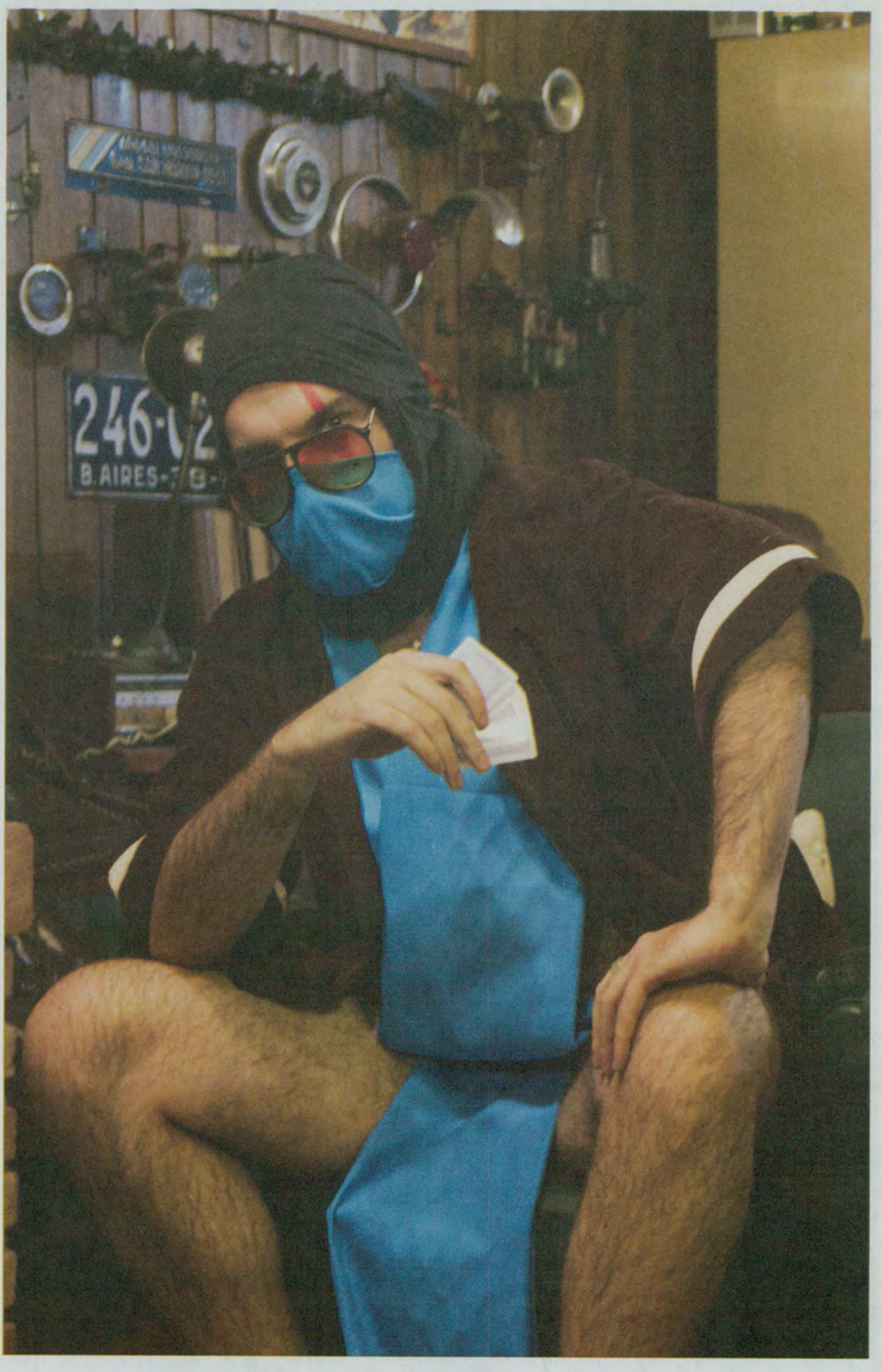
9 - Essentials of Post-Cold War Deterrence, 1995 (informe desclasificado).

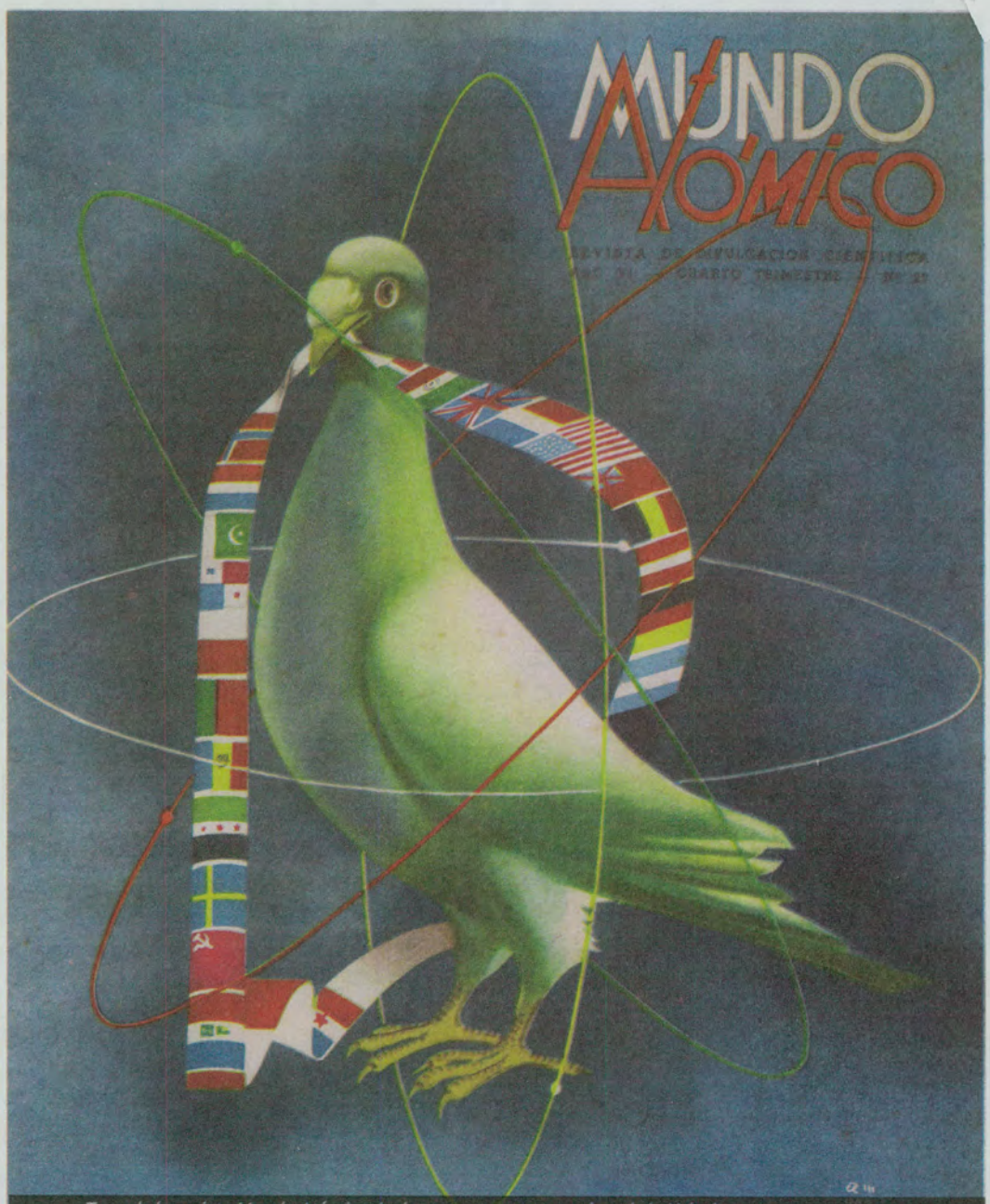
Congelando flujos since 1963

fotos: juan f. ruocco – modelo: juan maverick quirque

oxaz-qns




246-
B. AIRES-



Tapa de la revista Mundo Atómico. La hermana mayor peronista de la Velociraptors.

Reporte de una reliquia de la divulgación científica local editada durante el peronismo de Perón: la revista Mundo Atómico.

por clara ruocco

Dialogando con el archivo

*Disclaimer**

En general, entendemos por archivo algo como la suma de todos los textos que una cultura o persona guardan como documentos de su propio pasado, o como testimonios de su identidad mantenida. También se entiende así a las instituciones que, en una sociedad determinada, registran y conservan los discursos cuya memoria se quiere guardar y cuya libre disposición se quiere mantener.

Velociraptors también tiene y forma parte de un archivo. Me explico: los lectores atentos recordarán que en los volúmenes impares de esta publicación dimos algo de espacio para reflexionar sobre algunas otras revistas que, si bien dispares entre ellas, resuenan de alguna manera en nuestra propia publicación. Ya sea por los temas tratados, ya sea por la estética, ya sea por compartir los mismos lectores. En el volumen uno escribí sobre *Dinosaurios, descubre los gigantes del mundo prehistórico*; en el volumen tres, sobre *Conozca más, Muy interesante* y (la menos falopa) *Ciencia hoy*. En este artículo del quinto volumen voy a reponer algunos datos a propósito de *Mundo Atómico*, una rara reliquia de procedencia peronista abocada a la divulgación científica entre 1950 y 1955. Es decir, a comienzos del desarrollo de la actividad nuclear en la Argentina.

Lo curioso de la persistente recurrencia de tratar cierta línea de revistas en los volúmenes impares es que no fue, no es deliberada. Sencillamente, acontece. Tal vez sea sintomática, indicial[1], la huella de un proceso editorial que sucede cada tanto: en la revista *Velociraptors* dialogamos con nuestro propio archivo. Pero ya no entendido solamente como una colección de documentos, sino como la condición que nos posibilita decir lo que decimos, que le da un sentido a lo que postulamos y que pone la revista en serie con otros textos que, más o menos, hablan de la misma cosa.

La revisión del archivo así pensado da cuenta de la historia específica no sólo de una, de esta revista, sino de un espacio de comunicación, de una práctica discursiva: el de la divulgación científica (o algo así). Sí, nos gusta Foucault y para escribir este artículo tuve presente el capítulo 5 de su *Arqueología del saber* sobre el apriori histórico y el archivo, que leí menos con la máscara de saurópoda y más con la de posmodernáutica. El artículo que sigue quizás haga eco del pastiche entre esas dos identidades. Y que los lectores bufen (o sepan disculpar las idas y vueltas).

** Este apartado se lo dedico a Ailín Nacucchio, mi analista del discurso de escuela francesa favorita, por su ayuda incondicional: merci, Nacu!*

1 - Aguante Carlo Ginzburg y el paradigma de inferencias indiciales por él propuesto en: Mitos,emblemas, indicios. *Barcelona. Gedisa. 1999.*

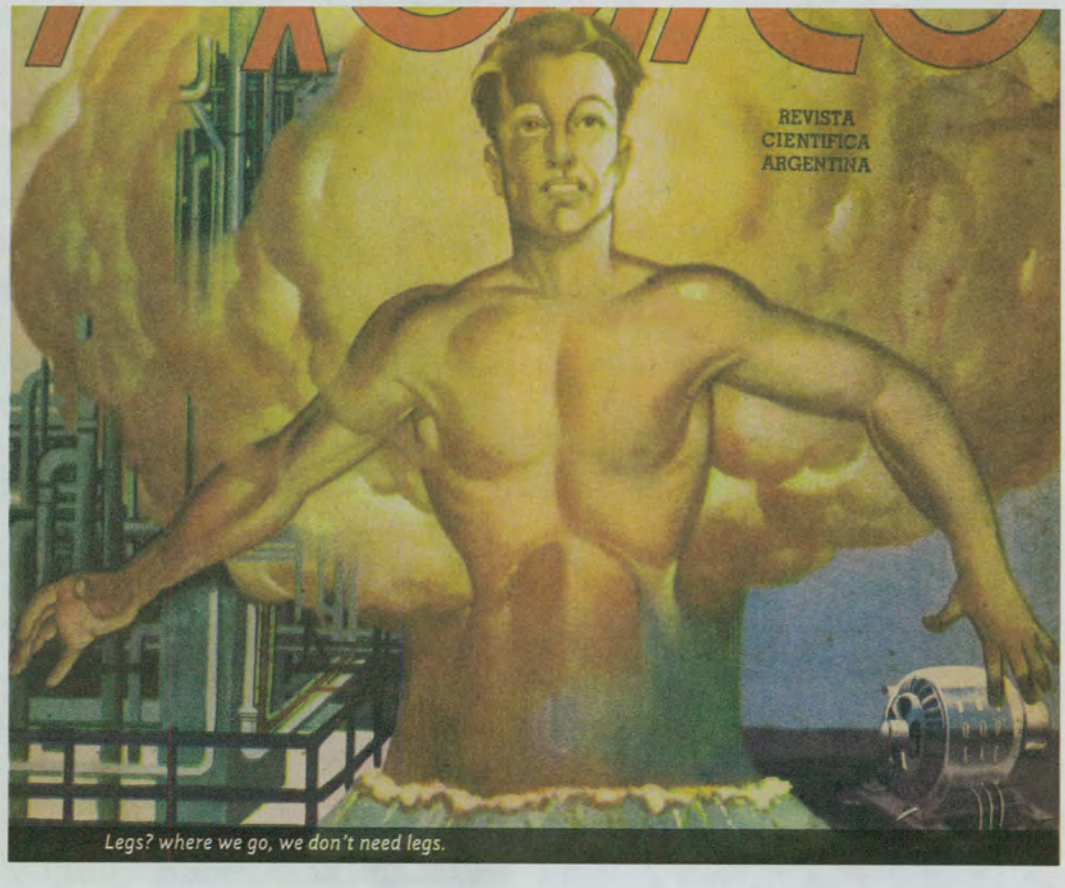
Arma de persuasión masiva

"Para afrontar con éxito un porvenir venturoso (MA, N° 11)."

Cada vez que leo algún tipo de material gestado en el seno del peronismo de Perón, encuentro algo así como una grandilocuencia discursiva sumamente persuasiva, una manera de expresar en público increíblemente fluida, elegante y conmovedora al punto de evocar en mí los sentimientos más esperanzadores (y nostálgicos) sobre esa Nueva Argentina, imposible de detener, moderna, de vanguardia obrera, extensa, masiva, industrial e imperecedera, y apoyada en un montón de números enormes que expresan cantidad de escuelas, hospitales, casas, créditos, cosechas, cloacas, cables, caños, edificios, guardapolvos, estudiantes, pelotas, máquinas de coser, créditos, rutas, trenes, cifras, cifras y más cifras.

Si a esa grandilocuencia sumás la manija propia del optimismo occidental de post guerra depositado en el desarrollo nuclear, el cóctel es explosivo.

Si ese cóctel lo editás en papel, en buen papel, con lomo, con hermosas tapas ilustradas a cuatro colores, con infografías y fotografías exclusivas, con material de primera mano y con bocha de pauta oficial, tenés *Mundo Atómico*, revista compuesta de 23 ejemplares publicados por Editorial Alea (ex- Haynes) en el cruce de esos dos momentos históricos.



Legs? where we go, we don't need legs.

Hombre nuevo

"Del hongo de Bikini, ensayo científico de la explosión nuclear, ha nacido el hombre de la era atómica, que ya marcha hacia un mundo mejor (Explicación de tapa en MA, N°2)."

Empiezo por la tapa donde está él. Aunque igual de musculoso, lampiño, esbelto y rubión que nuestros machitos favoritos de la mitología griega, no es Adonis ni es Apolo sino el hombre de la era nuclear. Pertenece al compendio de leyendas de la modernidad y toma cuerpo de la onda expansiva con forma de hongo que se despliega entre y detrás de él, revistiéndolo de una aureola casi santa. Tiene dimensiones gigantescas, mira, va hacia el cielo.

No está solo en la composición de tapa que a la manera de un collage, adiciona elementos estáticos como si fueran los íconos propios de una épica ingenieril forjada en fuego, vapor y metal, de estilo modernista, post cubista (?) A la derecha del hombre tiene lugar un complejo sistema de tuberías, también de dimensiones gigantescas, de las que no es claro dónde comienzan o dónde terminan. Pero podrían estar en alguna fábrica o centro de investigación, pues se intuye el marco de algún edificio conteniendo el sistema.

A la ilustración del macho atómico a cargo del talentosísimo artista Ascanio Marzochi Paz -del que poco se sabe-, la portada agrega tres cajas de texto: la del título que dice "Mundo Atómico", la de los datos que la sitúan en "Año I, Buenos Aires, noviembre-diciembre del año del Libertador San Martín, 1950, N° 2", y la del tipo de publicación que la caracteriza como "revista científica argentina". La contratapa ofrece perfecto contrapeso con una ilustración publicitaria del escudo de armas de la Casa Fernet Branca con el slogan *virtuti et merito*.

Argentina científica

"Al individuo de este siglo, de esta era atómica cuya curiosidad es ilimitada y su avidez de conocimiento es cada vez mayor (MA, N°1)."

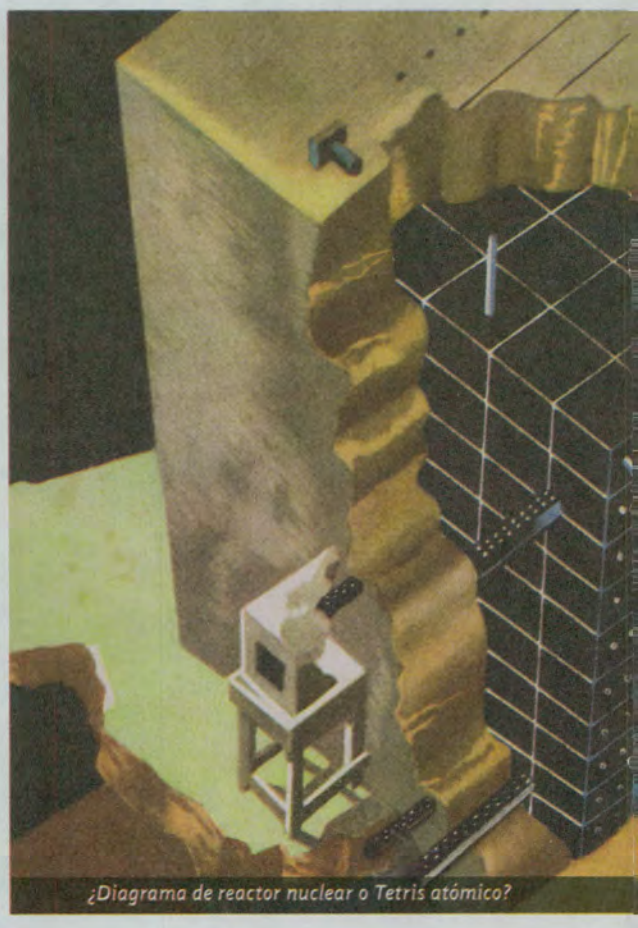
Mundo Atómico tuvo lugar entre 1950 y 1955 y fue editada con una finalidad eminentemente divulgativa de la actividad científica local en particular, y de la internacional en general.

Se lució ofreciendo a sus lectores una revista abundante en artículos de primer nivel y material a cuatro colores como fotografías, infografías e ilustraciones en las que desfilan máquinas, fórmulas, artefactos, paisajes, edificios institucionales, inventos, y rostros. Toda una máquina iconográfica para representar lo científico como expresión concreta del desarrollo y la modernidad pujante de la Argentina peronista.

La publicación abarcó desde las novedades en el campo de la paleontología o la oceanografía hasta *reviews* sobre observatorios astronómicos y universidades nacionales, pasando por inventos peculiares como la máquina de hacer lluvia o estableciendo la situación de los parques nacionales argentinos. Sin embargo, su piedra fundamental fue la cobertura del desarrollo del campo nuclear en Argentina, inaugurado en 1950 con la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y con los primeros fondos públicos destinados al Proyecto Huemul, es decir, a la promesa que el científico austríaco Ronald Richter había dado a Perón de conseguir la fusión nuclear controlada antes que ninguna otra nación del globo. De hecho, los primeros números de la publicación se dedican extensamente a dicho Proyecto.

Durante los cinco años que fue editada, la revista abordó en profundidad la diversidad del tema nuclear desde diferentes perspectivas, como ser:

- Su uso pacífico: "La energía nuclear al servicio del hombre[2]", "La presencia argentina en la Conferencia Átomos para la Paz[3]";



¿Diagrama de reactor nuclear o Tetris atómico?

- su aporte a la medicina: "Yodo 131 y tiroides[4]", "La física nuclear, nuevo recurso de la medicina", "El Primer Congreso Argentino del Cáncer[5]";
- sus aspectos técnicos: "El acelerador de partículas Cockroft-Walton[6]";
- su circunscripción institucional: "El sincrociclotrón inaugurado en la sede central de la CNEA[7]";
- su potencial estratégico: "La energía atómica en el momento político internacional", "Incidencia de la energía atómica en el campo del Derecho[8]".

Las plumas detrás de estos artículos pertenecían a un elenco de profesionales argentinos vinculados con la CNEA, a extranjeros con residencia permanente en el país o de paso que pertenecientes al mismo campo, venían a formar profesionales. Otros textos provenían de revistas extranjeras concedidas especialmente para la revista. Se destacan por ejemplo, la traducciones de las seis conferencias de Robert Oppenheimer,

cabeza de equipo del Proyecto Manhattan, sobre la ciencia y el entendimiento común, reproducidas con autorización del científico y del revistón inglés *The listener*, donde habían sido publicadas originalmente.

Esta relación con CNEA y con la incipiente comunidad científica nuclear responde en gran medida a que el editor de *Mundo Atómico*, Renato Ciruzzi, trabajaba además como Director de la Dirección de Difusión, Propaganda y Ceremonial de la institución. De esta forma obtenía de primera mano los artículos de tema atómico -que además se destacaban por ser de primer nivel y muy actualizados-, escritos por el personal científico y técnico permanente o de paso en CNEA.

Era nuclear

"Conviene al país utilizar prácticamente y cuanto antes tan valiosa y extraordinaria energía, y el Poder Ejecutivo no ha de escatimar ningún sacrificio para conseguir realizaciones a largo plazo (MA, N°5)."

A lo largo de sus años, *Mundo Atómico* fue instruyendo a sus lectores en sintonía con un espíritu de época en la que se creía que las fuentes de energía del futuro serían nucleares y donde prácticamente todo usaría energía nuclear de algún tipo.

En 1945 un conjunto de científicos exiliados en los Estados Unidos y provenientes de las naciones europeas contrarias a la libertad, la democracia y todo eso, habían desarrollado en el más absoluto secreto un arma definitiva contra el fascismo, los rusos, los japoneses kamikazes y la mar en coche, con tecnología nuclear: la bomba atómica. Fidel Alsina Fuentes, de CNEA, escribe un texto elegíaco por la muerte de Enrico Fermi (otro de los físicos involucrados en el desarrollo de la energía atómica y su posterior uso bélico por EEUU) en el número 20 de la revista en 1955:

"Sorprende el hecho de que la iniciativa americana [de la construcción de la bomba atómica] haya tenido como espoleta a un grupo de extranjeros: Fermi, Szilard, Wigner, Teller, Weisskopf, por fin Einstein. La democracia americana era defendida por europeos, por gente que había vivido y conocía los regímenes en pugna, mucho mejor que los hombres de ciencia de la feliz América que se limitaban a mirar desconcertados."

Que 220.000 civiles de a pie, prisioneros de guerra y demases inocentes pagaran los platos rotos en Hiroshima y Nagasaki fue un detalle no demasiado importante en comparación con finalizar una guerra mundial... O así fue entendido el asunto durante los años inmediatos que siguieron a la guerra. Por otro lado, si había algo que fuera

2 - MA, año II, N° 3.
3 - MA, año VI, N°23.
4 - MA, año II, N°5.
5 - MA, año III, N° 7.
6 - MA, año III, N°8.
7 - MA, Año IV, N° 19.
8 - MA, Año IV, N°11.

Miren, miren, un gorila con conciencia social.

aún menos cuestionado que el costo de haber ganado era el potencial de la nueva vedette, la energía atómica. Pues dicha potencia podría usarse en favor de la necesidad creciente de energía eléctrica para las industrias y la sociedad de los *babyboomers* de post guerra.

A propósito de lo que MA pudiera expresar más específicamente sobre esa Era Nuclear en el contexto local del peronismo, Zulema Marzorati, historiadora e investigadora de la Universidad de Buenos Aires y especialista en la historia del desarrollo nuclear en Argentina[9], propone una lectura muy interesante.

Con paciencia y calidez me explica en la sala de profesores de Puan 480 que durante el primer peronismo (1946-1955) se conformó una nueva organización de fuerzas políticas y sociales en torno a un nuevo tipo de Estado que asumió la responsabilidad de lograr y mantener el pleno empleo y el crecimiento de la renta, proporcionando al mismo tiempo servicios educativos, sanitarios, de vivienda y de carácter social. Para lograr estos objetivos y también otros de carácter estratégico -como la defensa y la seguridad nacional-, el Estado impulsó un proyecto de industrialización orientado a superar el modelo agroexportador.

En este proceso, el desarrollo de la energía nuclear constituía el eslabón inicial de una cadena de emprendimientos cuyo denominador común sería la búsqueda de la autonomía científico-tecnológica de la nación.

Su hipótesis de análisis es que desde el Gobierno se implementaron tres estrategias para la conformación de este nuevo campo autónomo 1) traer al país científicos capacitados del exte-

rior, 2) formar especialistas en el país y 3) comunicar las investigaciones desarrolladas a distintas audiencias sensibles a la ciencia, como medio de informar y legitimar el proyecto. *Mundo Atómico* podría ubicarse en la intersección de estos tres aspectos, ya que al tener tanto material surgido al interior del incipiente campo nuclear, dejaba entrever sus condiciones de posibilidad, sus debates, sus idas y venidas.

9 - Recomendamos la lectura del libro que resultó de la tesis de la Dra Marzorati: Plantear utopías: la conformación del campo científico-tecnológico nuclear en Argentina *(1950-1955), Ciccus – CLACSO, Buenos Aires, 2012.*

Lucha de revistas

"La prensa argentina, con inusitada amplitud y como no se ha hecho en otros países donde se realizan investigaciones atomísticas, colmó la ansiedad pública por informarse de las experimentaciones que han seguido avanzando con resultados sorprendentes (MA, N°5)."

La edición de MA está íntimamente relacionada con la política del manejo de medios del peronismo.

En 1948, la editorial Haynes –fundada en 1904 y responsable de hits editoriales como las revistas *El Hogar, Caras y Caretas* y el diario de tipo tabloide *El mundo*- pasó a formar parte del conglomerado mediático de Editorial Alea, una sociedad anónima con participación de capital estatal a cargo del mayor Carlos Aloé. Este militar que había conocido al general durante sus días de instrucción en la Escuela de Suboficiales, no sólo dirigió esta editorial, sino que además fue gobernador de la provincia de Buenos Aires entre 1952 y 1955, y presidente de la Agrupación de Trabajadores Latinoamericanos Sindicalizados (ATLAS). Entre 1949 y 1950, dentro de la órbita de Alea, editorial Haynes estrenaba toda una serie de publicaciones periódicas: *Mundo Agrario, Mundo Argentino, Mundo Deportivo, Mundo Peronista y Mundo Atómico.*

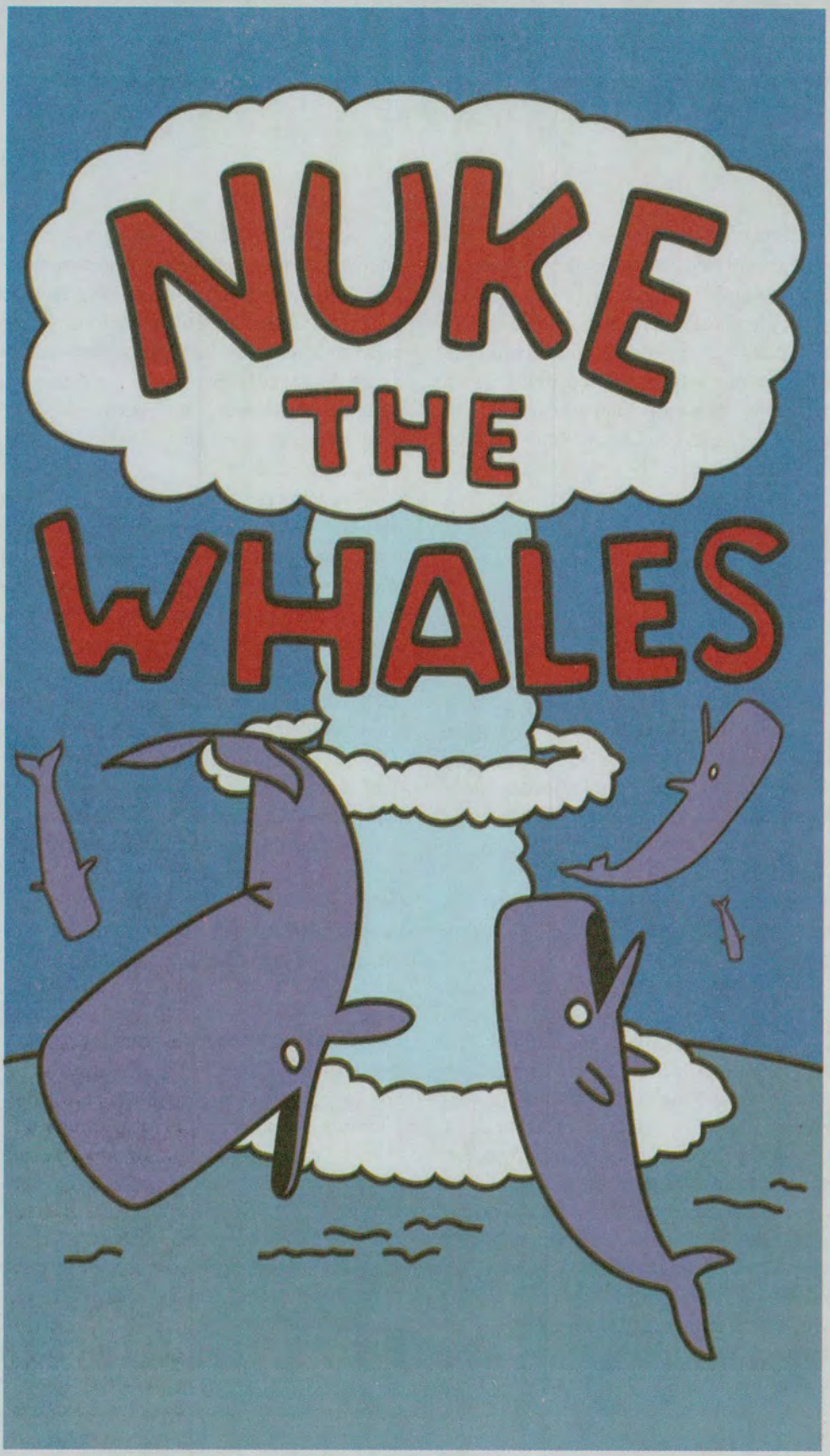
Según Marzorati, estas revistas habían sido pensadas para involucrar políticamente a las clases medias con los logros del peronismo, dirigiéndose a la familia y a sus integrantes. Para ello, salían a competir con las revistas liberalonas de la editorial Atlántida, opositora al peronismo y que hasta entonces copaba el mercado editorial. Por ejemplo: *El Gráfico* vs *Mundo Deportivo*; *La Chacra* vs *Mundo Agrario.*

Pero la situación de MA fue diferente pues salió a contrarrestar otro frente: el de la rosca institucional de la comunidad científica. La disputa en el espacio textual no fue con el producto de una editorial sino con el órgano de difusión de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC), la revista *Ciencia e investigación.* La AAPC había sido fundada en 1933 por el fisiólogo laureado Bernardo Houssay[10] y su revista difundía una idea respecto del campo científico más bien ligada al desarrollo de la investigación básica que a la perspectiva aplicada propia del peronismo.

El último número de MA, el 23, salió en septiembre de 1955, con el golpe del golpe en puerta, y se despachó con una completa cobertura de la delegación argentina en la primera conferencia Ciencia e Investigación mundial en Ginebra de Átomos para la Paz, organizada por el mismísimo Niels Bohr. Allí la comisión argentina presentó 37 trabajos, 11 de los cuales fueron del equipo de radioquímica que anunció el descubrimiento de 12 nuevos radioisótopos (a principios de los 60 el total hallado era de 20).

Para ese entonces Argentina era el quinto país en el mundo en dedicarse a la investigación y el desarrollo de lo nuclear como posibilidad energética, médica y de autonomía industrial. En la actualidad, el Plan de Reactivación Nuclear de 2006, ha vuelto a poner en la órbita estratégica del desarrollo a la energía atómica. Faltaba nomás que una revista de divulgación, de buena calidad, con buen papel, con buenas ilustraciones hablara de ello, para la felicidad del pueblo y la grandeza de la nación.

10 - De quien hablamos en el segundo podcast de Velociradio. ¡Buscalo en nuestra web y descargalo!


NUKE
THE
WHALES

GINEPEDIA

•BIKINI•

(sust. f., del idioma de las Islas Marshall, "lugar de los cocos")

1. La historia es más o menos como sigue: a mediados de los 40, en el distrito comercial de París, Louis Réard, un ingeniero mecánico, deja el cálculo matemático y se hace cargo del negocio de ropa interior que llevaba adelante su madre (véase *madre*). Sí, Réard es como esos hombres que en alguna parte del barrio de Once despiertan nuestra sospecha cuando desde atrás de un mostrador de fórmica gastada, rodeado de vedetinas y tazas soft, nos miran las tetas y predicen: "probate un 95".

En paralelo, otro frencho vestuarista desarrolla el primer traje de baño de 2 piezas que bautiza Átomo, bajo la consigna "el traje de baño más chico del mundo".

Réard lo toma como una apuesta y retruca con sólo 30 pulgadas de tela, de las que saca cuatro triángulos formando dos piezas que deberían cubrir las partes pudendas. El ombligo queda al aire y los flotadores, expuestos. La prenda tiene el mismo potencial explosivo y revolucionario que la bomba H. Réard le pone de nombre *Bikini*, en alusión a unas islas paradisíacas del pacífico donde EEUU desarrollaba detonaciones nucleares experimentales. Réard: ingeniero (véase *potro geek*), orgullo de mamá, gordo nerd, el culpable de que empieces a angustiarte en noviembre porque las mallas están cada vez más caras y porque el Large te queda chico.

2. Tres frentes de guerra. Tetas (véase *tetas*), panza (véase *panza*), culo (véase *culo*). Ejercés tus actividades veraniegas al aire libre sin dejar un minuto de acomodar y reacomodar con discreción y elegancia los susodichos cuatro triángulos de tela, que tienden por igual a hundirse en las blandeces más desafortunadas de tu cuerpo y a abandonarlo por completo. Pudorosamente te untás protector solar en lo que parecen hectáreas de piel expuesta.

No se puede imaginar un atuendo menos práctico para nadar en las turbulentas playas atlánticas o tirarse de bomba a la pileta del club. La vigilancia debe ser constante y ni haber respirado tres litros de agua salada apaga la alarma en tu cabeza. "Tetas, panza, culo", chequeás rápidamente antes de salir a tomar aire con cara de trastornada y toda la arena que pueden retener 30 pulgadas de tela.

Si del hongo de Bikini nació el hombre de la era atómica, quizás de la prenda homónima nació la mujer atómica, que básicamente está incómoda. Al menos hasta que refresca y puede ponerse un buzo, relajar los abdominales, taparse el traste y las tetas, y comerse un churro en paz.

www.ginepedia.blogspot.com

Manifestación en contra de los bebés de plástico.

How people come to acquire their beliefs towards nuclear energy. A few notes about the notions of comprehension, selective exposure and salience.

Nuclear wastoid

por jonah schwartz

The first public display of nuclear energy was on August 9, 1945, and that seems to have pretty much sealed the deal for pacific uses of this awesome energy source. The United States, in conjunction with a cabal of recovering Third Reich scientists (see Velociraptors vol: 3 1/2, *Nazis en Argentina*) had developed the first nuclear fission apparatus, which not coincidentally proved also to be a weapon of mass destruction. The images that traveled around the world of the destruction of Hiroshima and Nagasaki were the United States' way of saying "Watch this, bitches," to the rest of the world's nations. It doesn't seem to matter that no nuclear weapon has been used on civilians in almost 70 years; the possibility of bellicose use is enough to terminally politicize one of the world's most important industries to the point of despair. It would be like if Jimi Hendrix used his guitar to sodomize handicapped children instead of wailing. We would all probably be listening to Los Nocheros today.

As several of my cohorts will explain throughout this issue, much of the debate dealing with nuclear energy relies heavily on fallacy and, often, straight-up misinformation (see, like, literally anything Greenpeace has ever published about the issue). This piece will not attempt to correct the mine field of erroneous data dealing with nuclear energy; rather it is interested in understanding how people come to acquire their beliefs towards nuclear energy.

Comprehension:passive/active

A survey[1] in May 2011 in which participants were asked whether they support various energy sources found that while 97% of participants supported solar power, 91% supported hydroelectric and 80% supported natural gas, only 38% supported nuclear power. Less than the 48% who supported coal. Coal! Categorically the greatest contributor to greenhouse gases on the planet. In Argentina, in fact, 72% of those surveyed are against nuclear power and 73% believe it to be a limited or soon to be obsolete energy producing technology. Clearly these must be the *porteños* who have never spent a January in Capital Federal.

Where do these ideas come from? René Descartes postulated that comprehension is a passive act, with ideas impressing themselves "upon the mind as physical objects might upon soft wax, and just as wax (does) nothing to receive the object's impression, so the mind (does) nothing to comprehend the world around it (Gilbert, 1991: 108)." The tricky part in this theory comes about when deciding to accept or reject those ideas, which for Descartes was a mental process that happened after comprehension. As Gilbert (1991) points out, this is in essence how computers work. Computers first receive information and then assess it with regards to their programming.

Descartes's arguments still ring true perhaps due to the presumption that humans want to believe that their minds work in this way. It would seem intuitive that we must comprehend something before assessing its veracity.

But then along comes Baruch Spinoza with a counter argument and a million page proof to prove it. The psychological act of believing is, as Descartes shows us, a two part apparatus. But Spinoza reorders the parts: Comprehension and acceptance for Spinoza go together hand in hand. That is, *in the moment we understand something, we accept it to be true*. The step that follows this is either rejection (which we can call disbelief) or affirmation of acceptance. This sequence is so ingrained in our minds' processes that we don't even notice it.

In fact, psychological studies show that it takes longer for people to decode untrue statements, a fact which would seem to support Spinoza's theory. Consider this proposition: "*Carnivorous dinosaurs were gay*" versus this one: "*Carnivorous dinosaurs were not straight*". Although these statements are essentially saying the same thing (not allowing for transgender and bisexual dinosaurs, naturally) intuitively there is an extra step that must be taken to comprehend the second sentence. L.R. Horn in his *A Natural History of Negations* explains that "every negative statement presupposes a corresponding affirmative... but not vice versa. Negation is consequently a second-order affirmation: Negative statements are about positive statements, while affirmatives are directly about the world." Is negation a necessary point of departure for skepticism? Could it be that the 72% of Argentines who are against nuclear power are the only ones capable of real critical thinking? And just 28% of the population is a *boludo*?

Have you ever perused the juggernaut of Greenpeace-esque anti-nuclear propaganda on Youtube?[2] It is amazing. Scenes of a family playing on a beach with their Frisbee-loving golden retriever and in the background, the sleeping monolithic nuclear reactor. All cool until a 747 flies head-on into the plant, raining hardcore white-light radioactive devastation onto the blond haired, Patagonia wearing darlings. This commercial in particular, recalls more than anything Lyndon Johnson's seminal "Daisy" ad from his 1964 presidential campaign: a 5-year old girl plucking the petals off a daisy when an off-screen nuclear countdown begins, ending in an Odessa Steps editing sequence of a nuclear holocaust (Barry Goldwater, Johnson's opponent in the general election, was in favor of nuclear weapons and suggested using them in Vietnam from pretty much Day One).

What seems to be going on, from protests in Plaza San Martin to Facebook page "likes" is that the anti-nuclear lobby is about a million times cooler than the pro-nuclear lobby. The Nuclear Energy Institute's newest pro-nuclear en-

ergy commercial[3] (February 24, 2014) looks like it was made as a half-assed high school documentary project in 1992. Everything is filmed in a B-grade studio or using stock footage. The actors are wooden. Nobody is wearing eco-friendly clothing. The music employed is neither Electronic Global nor "The Arcade Fire."

The anti-nuclear movement has, for the duration of its entire history, successfully usurped the counter culture spirit of the late 1960s in a way that those in favor of nuclear energy could only dream of. And just as that which was once counter culture is way beyond mainstream (see, like, the slave laborers selling Che Guevara hats outside the Universidad de Palermo), the factory setting for those of us born between 1960 and yesterday is going to be anti-nuclear everything.

Spinoza's model fits like a fucking glove here, with one small modification: Due to years of amazing ad campaigns and the like, the default belief setting provided by our surroundings is that of anti-nuclear. That is, a negative. And so the next step in the Spinozan belief system must be either the affirmation of this position or its rejection (pro-nuclear power). Because off generations of cultural training, we are predisposed to being against nuclear power because it requires less mental work than being in favor of it.

This is pretty fucked up, because nuclear power is probably going to be the only real solution for the world's energy and energy related problems[4] as long as people want to continue using both motorized transportation and the Internet, and the first ones to recognize this should be environmentalists, often the same people leading anti-nuclear movements. But they don't, and perhaps this paradox can be explained through a theory called Selective Exposure.

1 - *Ipsos MORI, Global Advisor.* Global Citizen Reaction to the Fukushima Nuclear Plant Disaster. *June 2011, http://www.ipsos-mori.com/researchpublications/researcharchive*

2 - *Mikailtekin. (2006, February 15). Anti-Nuclear Power Ad [Video file]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=XOI-VaSaU3U*

3 - *Nuclear Energy Institute (2014, February 24). NEI's 2014 Future of Energy Campaign Voices [Video file]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=S6lg3S9VMho&list=PLCQG6xi8sYekbTw9VarcXxjK2oPMdpP0o#t=18*

4 - *Waaaaay too long to go into here, and surely there will be doubters and naysayers, to whom I enthusiastically say, "Bring it" (via email, of course).*

René Descartes.

Selective Exposure

In 1967 social psychologists Timothy Brock and Joe Balloun ran a series of experiments in which participants were divided into two groups: those who attended church regularly, and those who attended church infrequently or never. The participants were then made to listen to a speech called "Christianity is Evil" which "criticized the hypocrisy and wrongdoing of organized Christian religion." The participants were told that the recording had been made on a shitty tape recorder with a lot of hiss, and that by pressing a button the hiss could be limited, and the participants would be able to hear the tape better. Devout churchgoers pressed the button at a much lower rate than non-churchgoers, signaling that those who attend church on a weekly basis were less open to hearing dissenting arguments about their beliefs, while those who never attend church were more likely to press the button, or validate their own beliefs.

Brock and Balloun then divided groups into smokers and non-smokers. Participants were

Baruch Spinoza.

played a tape called "Cancer Link" which described the direct link between smoking and cancer. Non-smokers pressed the anti-hiss button at a much higher rate than smokers, signaling that both groups wanted their beliefs reinforced: smokers don't want to be told that they will get cancer and non-smokers want to be told that they've made the right decision by not smoking.

This is Selective Exposure theory at work, which posits that once people have decided something, they will reinforce their own beliefs and avoid most things that contradict those beliefs.

Beliefs are hierarchical, and their value to us is dependent on how they inform our personal universes. If you believe that *Heladería Cadore* is on Baigorría and then find out that it's on Cuenca, it probably won't destroy your elaborate internal belief scaffolding. However, if you have been vehemently against, say, nuclear power your entire life, having watched dozens of poorly financed documentaries and attended countless vegan potluck dinners with like-minded activists going all they way back to 1972, it will be harder to dismantle your belief structure. In fact, you will probably consume more media that deals with the negative consequences of nuclear energy at a much higher rate than media that deals with its benefits, thereby annulling any possibility of comprehending the different perspectives of the issue.

And that's all very well, but what about those ridiculously horrible nuclear power plant accidents? Chernobyl, Three-Mile Island, Fukushima? These are the nuclear incidents that most stand out in our minds. Of the three, only the meltdown at Chernobyl has resulted in known deaths, and even that number is nearly impossible to measure. Approximately[5] 41 people died during and directly after the Chernobyl disaster due to radiation exposure. Although Greenpeace has claimed in numerous documents and advertisements that somewhere between 100,000 and 1,000,000 people have or will have died as a result of the disaster, most independent groups and international health organisms (such as the WHO), cite the rate of cancer for those exposed to the meltdown as being somewhere between 0.6%-3% higher than that of the general population[6].

The relative safety of nuclear power can be compared, for instance, to an energy source like coal which caused over 100,000 deaths in the 20th century just in the extraction process[7], as well as still causing somewhere between 10,000 and 30,000 respiratory related deaths *per year* as a result of burning coal for fuel, all within the United States alone[8].

The reason, though, that something like Chernobyl sticks out more than, say, Chinese mining accidents, where 1049 miners were killed during 2013[9], is because of Salience.

---

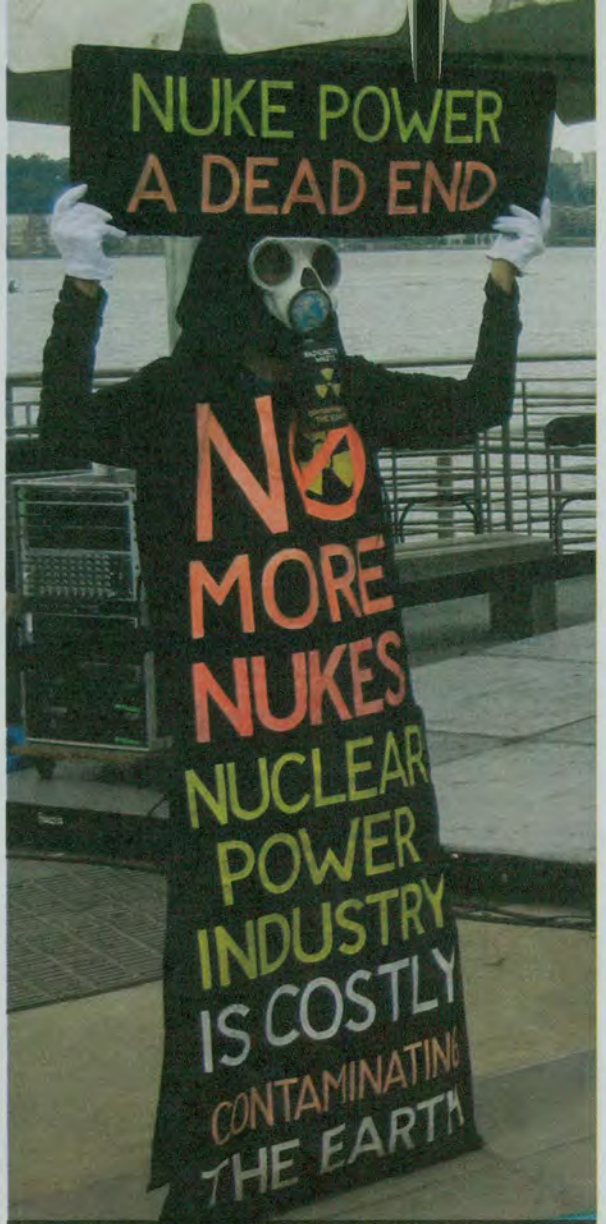
5 - Seriously, Wikipedia?

6 - World Health Organization. Health effects of the Chernobyl accident: an overview. *April 2006. Retrieved from: http://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/backgrounder/en/. International Atomic Agency, The Chernobyl Forum 2003-2005.* Chernobyl´s Legacy: Health, Enviromental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. *April 2006. Retrieved from: http://www.iaea.org/Publications/Booklets/Chernobyl/chernobyl.pdf, etc. I have researched this to exhaustion, and can say with the confidence of anyone who "researches" on the Internet that almost all of the information is at least somewhat contradictory. What isn't contradictory, though, are the hundreds of methodical scientific studies that use statistical evidence to show that the relationship between cancer and nuclear fallout is not as dire as popular imagination would have it, even for those living relatively close to Chernobyl. The population who felt this most acutely were the "liquidators", or those brought into the eye of the shitstorm to clean up the mess, and children from the area who drank milk from cows who had eaten grass contaminated with high doses of radiation.*

7 - NPR. Former Miner Explains Culture Of Mining. *2010, April 7. Retrieved from: http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=125676950*

8 - Environmental Defense Fund. Estimating the Health Impacts of Coal-Fired Power Plants Receiving International Financing. *2009. Retrieved from: http://www.edf.org/sites/default/files/9553_coal-plants-health-impacts.pdf*

9 - Wikipedia. List of coal mining accidents in China.



Deformado por la radiación: el hombre pancarta.

Salience

If you were asked whether you tend to step in dog shit, you might say, "Yeah, all the fucking time!" although that's probably not the case. Maybe once a month? That's still a lot. Even so, we remember the times we step in dog shit a lot more than the 5 million other steps per month we take when we don't step in dog shit. That's salience.

We never see headlines that say "10,000,000 homes powered by nuclear energy today!" and who would want to? It's nowhere near as compelling as "Europe's Nuclear Plants Threaten Millions" (Greenpeace.org). Our minds are designed to perceive that which sticks out from the ordinary; it's a survival instinct. So that one disaster is worth more than every daily, positive consequence. It's the same reason people are afraid of flying. Statistically, you are so much more likely to die eating a sandwich than in an airplane, but you don't see la abuela Marta laying off the sandwiches *de miga*.

People are against nuclear power for a whole host of reasons, many of which have to due more with cognitive processes and decision making than with empirical facts. Eric Mandelbaum, professor of philosophy and psychology at The City University of New York studies paradoxes like this. "Everybody will end up believing all sorts of garbage for unwarranted reasons," he says. "That's just the condition we find ourselves in. What separates the dumbasses from the praiseworthy is the ability to update our beliefs after receiving disconfirming information. Far too many of us believe that p (for some arbitrary p), find some evidence that not-p, and then leave our belief in p unchanged (or sometimes, we even raise the strength of that belief). We suck."

Perhaps one day when Argentina is powered mostly by nuclear energy (like, for instance, France) and we can celebrate New Year's without having to sit outside in the mosquito-infested dark evening in our underwear eating warm *vitel toné* people will look back and laugh. For now, we'll have to settle for something like the high school debate team where one side is all Dungeons and Dragons playing nerds who are trying to save the world versus the cool kids who haven't actually done any of the preparatory work for the debate, but they dress awesome and have great hair and are better at Facebook. Better cast your polyhedral die wisely.

CEDyAT

CENTRO DE DESARROLLO Y ASISTENCIA TECNOLÓGICA

Unidad de Vinculación Tecnológica

Ley 23 877

www.cedyat.org

SI TENÉS...

decaimiento
o dolor muscular

fiebre alta,
38 grados
o más

tos y congestión nasal

PODES TENER GRIPE

NO te automediques

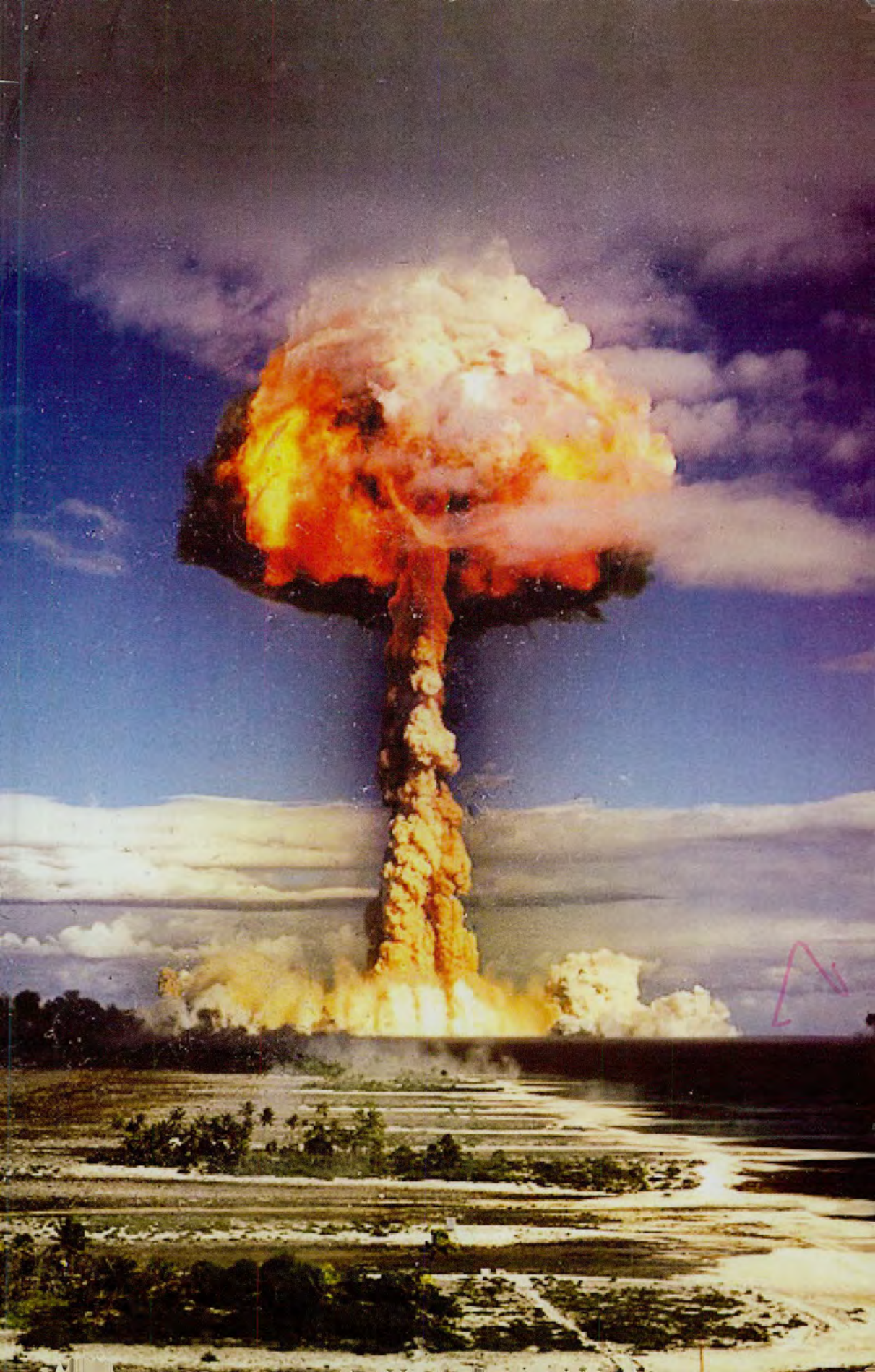
y consultá al médico

El Estado Nacional garantiza ATENCIÓN GRATUITA en centros de salud y hospitales públicos de todo el país.

Más información al: 0-800-222-1002

ARGENTINA NOS INCLUYE

Presidencia de la Nación



Chernóbil, verano del '98

www.velociraptors.com.ar